

.....
Programme-cadre

Sciences

Cycles intermédiaire et
supérieur

1987

3^e partie

Sciences

9^e et 10^e année, niveau général

OHEC
373.19
09713
059DE/C-
S
French
1987
Pt.3

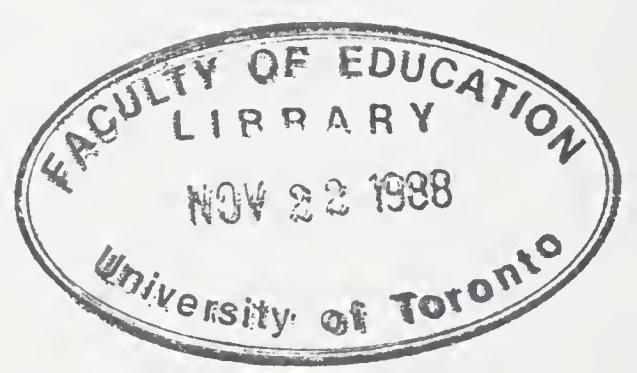


Table des matières

Introduction	3	Unités facultatives																																																																																											
Parties composant le programme-cadre	3	Caractéristiques communes à tous les cours du programme de sciences	3	1. Les sciences des sports et des loisirs	24	Continuité des cours du cycle intermédiaire	5	2. La séparation des substances	26	Des crédits entiers pour les cours de 9 ^e et de 10 ^e année	5	3. Les machines simples	28	Intégration des buts et du contenu	5	4. Unité élaborée à l'échelon local	31	Activités des élèves	6	Sciences, 10^e année, niveau général (SNC2G)	33	Sécurité	6	Unités obligatoires		Questions épineuses et controversées	6	Unités élaborées à l'échelon local	6	1. L'écologie des communautés	34	Évaluation du rendement des élèves	6	2. Les fonctions animales	36	Renvois	6	3. La chimie de l'environnement	38	Particularités des cours de sciences de 9 ^e et de 10 ^e année, niveau général	7	4. Le magnétisme et l'électricité	40	Unités d'étude et nombre d'heures allouées à chacune	7	5. L'utilisation judicieuse des ressources	43	Répartition du programme sur les deux années	7	Unités facultatives		Liens entre les cours de niveau général et ceux de niveau avancé	8	Approches particulières à considérer	8	1. L'astronomie	45	Système international d'unités en 9 ^e et en 10 ^e année	8	2. Les minéraux et l'exploitation minière	50	Sciences, 9^e année, niveau général (SNC1G)	9	3. La continuité	52	Unités obligatoires		4. Les métaux	54	1. Les transformations physiques	10	5. Les écosystèmes terrestres et aquatiques	56	2. Les mélanges	12	6. Unité élaborée à l'échelon local	58	3. Les transformations chimiques	14	Annexes	59	4. Les cellules et les systèmes cellulaires	17	A. Codes des cours de sciences	61	5. Les plantes vertes	19	B. Table des matières de la 1 ^{re} partie du programme-cadre	62	6. L'alimentation et l'énergie	22		
Caractéristiques communes à tous les cours du programme de sciences	3	1. Les sciences des sports et des loisirs	24																																																																																										
Continuité des cours du cycle intermédiaire	5	2. La séparation des substances	26																																																																																										
Des crédits entiers pour les cours de 9 ^e et de 10 ^e année	5	3. Les machines simples	28																																																																																										
Intégration des buts et du contenu	5	4. Unité élaborée à l'échelon local	31																																																																																										
Activités des élèves	6	Sciences, 10^e année, niveau général (SNC2G)	33																																																																																										
Sécurité	6	Unités obligatoires																																																																																											
Questions épineuses et controversées	6	Unités élaborées à l'échelon local	6	1. L'écologie des communautés	34	Évaluation du rendement des élèves	6	2. Les fonctions animales	36	Renvois	6	3. La chimie de l'environnement	38	Particularités des cours de sciences de 9 ^e et de 10 ^e année, niveau général	7	4. Le magnétisme et l'électricité	40	Unités d'étude et nombre d'heures allouées à chacune	7	5. L'utilisation judicieuse des ressources	43	Répartition du programme sur les deux années	7	Unités facultatives		Liens entre les cours de niveau général et ceux de niveau avancé	8	Approches particulières à considérer	8	1. L'astronomie	45	Système international d'unités en 9 ^e et en 10 ^e année	8	2. Les minéraux et l'exploitation minière	50	Sciences, 9^e année, niveau général (SNC1G)	9	3. La continuité	52	Unités obligatoires		4. Les métaux	54	1. Les transformations physiques	10	5. Les écosystèmes terrestres et aquatiques	56	2. Les mélanges	12	6. Unité élaborée à l'échelon local	58	3. Les transformations chimiques	14	Annexes	59	4. Les cellules et les systèmes cellulaires	17	A. Codes des cours de sciences	61	5. Les plantes vertes	19	B. Table des matières de la 1 ^{re} partie du programme-cadre	62	6. L'alimentation et l'énergie	22																												
Unités élaborées à l'échelon local	6	1. L'écologie des communautés	34																																																																																										
Évaluation du rendement des élèves	6	2. Les fonctions animales	36																																																																																										
Renvois	6	3. La chimie de l'environnement	38																																																																																										
Particularités des cours de sciences de 9 ^e et de 10 ^e année, niveau général	7	4. Le magnétisme et l'électricité	40																																																																																										
Unités d'étude et nombre d'heures allouées à chacune	7	5. L'utilisation judicieuse des ressources	43																																																																																										
Répartition du programme sur les deux années	7	Unités facultatives																																																																																											
Liens entre les cours de niveau général et ceux de niveau avancé	8	Approches particulières à considérer	8	1. L'astronomie	45	Système international d'unités en 9 ^e et en 10 ^e année	8	2. Les minéraux et l'exploitation minière	50	Sciences, 9^e année, niveau général (SNC1G)	9	3. La continuité	52	Unités obligatoires		4. Les métaux	54	1. Les transformations physiques	10	5. Les écosystèmes terrestres et aquatiques	56	2. Les mélanges	12	6. Unité élaborée à l'échelon local	58	3. Les transformations chimiques	14	Annexes	59	4. Les cellules et les systèmes cellulaires	17	A. Codes des cours de sciences	61	5. Les plantes vertes	19	B. Table des matières de la 1 ^{re} partie du programme-cadre	62	6. L'alimentation et l'énergie	22																																																						
Approches particulières à considérer	8	1. L'astronomie	45																																																																																										
Système international d'unités en 9 ^e et en 10 ^e année	8	2. Les minéraux et l'exploitation minière	50																																																																																										
Sciences, 9^e année, niveau général (SNC1G)	9	3. La continuité	52																																																																																										
Unités obligatoires		4. Les métaux	54																																																																																										
1. Les transformations physiques	10	5. Les écosystèmes terrestres et aquatiques	56																																																																																										
2. Les mélanges	12	6. Unité élaborée à l'échelon local	58																																																																																										
3. Les transformations chimiques	14	Annexes	59																																																																																										
4. Les cellules et les systèmes cellulaires	17	A. Codes des cours de sciences	61																																																																																										
5. Les plantes vertes	19	B. Table des matières de la 1 ^{re} partie du programme-cadre	62																																																																																										
6. L'alimentation et l'énergie	22																																																																																												



Introduction

- 6^e partie : Sciences, 11^e et 12^e année, niveau fondamental
- 7^e partie : Sciences de l'environnement, 10^e, 11^e et 12^e année, niveau général
- 8^e partie : Sciences de l'environnement, 10^e et 12^e année, niveau avancé
- 9^e partie : Biologie appliquée et Chimie appliquée, 11^e année, niveau général
- 10^e partie : Physique appliquée et Sciences de la technologie, 12^e année, niveau général
- 11^e partie : Géologie, 12^e année, niveaux général et avancé
- 12^e partie : Biologie, 11^e année, niveau avancé, et CPO
- 13^e partie : Chimie, 11^e année, niveau avancé, et CPO
- 14^e partie : Physique, 12^e année, niveau avancé, et CPO
- 15^e partie : Les sciences dans la société, CPO

Le tableau de la page suivante présente les 28 cours de sciences qui pourront être offerts de la 7^e à la 12^e année et dans le cadre des CPO.

Parties composant le programme-cadre

Le présent document constitue la troisième partie d'un *programme-cadre* composé de quinze parties définissant le programme de sciences des cycles intermédiaire et supérieur des écoles de l'Ontario et décrivant les cours de sciences qui peuvent être offerts (voir la liste des codes de cours à l'annexe A).

La lecture et la mise en œuvre de la présente partie doivent se faire conjointement avec celles de la 1^{re} partie, qui s'intitule *Politique générale du programme de sciences*. Lorsqu'ils donneront les cours de sciences décrits dans le présent document, les enseignants devront tenir compte des nombreux éléments présentés dans la 1^{re} partie. Celle-ci les aidera à interpréter les intentions et les attentes globales du ministère de l'Éducation en ce qui a trait au programme de sciences. L'annexe B, qui se trouve à la fin du présent document, donne la table des matières de la 1^{re} partie, ce qui permettra ainsi aux lecteurs d'avoir rapidement accès à la liste des chapitres et des sujets dont elle se compose.

Le programme provincial de sciences des cycles intermédiaire et supérieur se compose des cours décrits dans les parties 2 à 15; ces cours ont été élaborés conformément à la ligne de conduite et à la politique exposées dans la 1^{re} partie. Le programme-cadre de sciences se compose des quinze parties suivantes :

- 1^{re} partie : Politique générale du programme de sciences
- 2^e partie : Sciences, 7^e et 8^e année
- 3^e partie : Sciences, 9^e et 10^e année, niveau général
- 4^e partie : Sciences, 9^e et 10^e année, niveau avancé
- 5^e partie : Sciences, 9^e et 10^e année, niveau fondamental

Caractéristiques communes à tous les cours du programme de sciences

La 1^{re} partie du présent programme-cadre renferme un grand nombre d'éléments dont on devra tenir compte au moment de la préparation du programme de sciences des cycles intermédiaire et supérieur. Ces éléments sont trop nombreux pour que l'on puisse les décrire à nouveau dans chaque partie (2 à 15), mais en voici quelques-uns à titre d'exemple :

- ▶ renseignements sur les crédits de sciences exigés pour l'obtention du diplôme d'études secondaires de l'Ontario;
- ▶ liste des cours de sciences que les élèves doivent suivre avant de pouvoir s'inscrire à d'autres cours de sciences;
- ▶ politique relative aux travaux de laboratoire obligatoires;
- ▶ liste des buts du programme de sciences et façons de les intégrer au contenu scientifique;
- ▶ politique relative au nombre d'heures allouées à chaque unité et à l'ordre d'enseignement des unités d'étude obligatoires et facultatives;
- ▶ directives concernant les unités élaborées à l'échelon local;
- ▶ suggestions touchant les meilleures voies à suivre par les élèves dans le programme de sciences au palier secondaire;
- ▶ recommandations touchant les élèves en difficulté, l'enseignement individualisé, la préparation à la vie, l'orientation professionnelle, le rôle et l'évaluation du français dans les cours de sciences, le rôle des filles et des garçons dans le domaine des sciences;
- ▶ recommandations sur la façon de présenter et de traiter les questions épineuses et controversées;

Cours autorisés par le programme-cadre de sciences, cycles intermédiaire et supérieur

7 ^e année	Sciences	Sciences	Sciences
8 ^e année	Sciences	Sciences	Sciences
9 ^e année	Niveau fondamental Sciences (SNC1F)	Niveau général Sciences (SNC1G)	Niveau avancé Sciences (SNC1A)
10 ^e année	Sciences (SNC2F)	Sciences (SNC2G) Sciences de l'environnement (SEN2G)	Sciences (SNC2A) Sciences de l'environnement (SEN2A)
11 ^e année	Sciences (SNC3F)	Biologie appliquée (SBA3G) Chimie appliquée (SCA3G) Sciences de l'environnement (SEN3G)	Biologie (SBI3A) Chimie (SCH3A)
12 ^e année	Sciences (SNC4F)	Sciences de l'environnement (SEN4G) Géologie (SGE4G) Physique appliquée (SPA4G) Sciences de la technologie (STE4G)	Sciences de l'environnement (SEN4A) Géologie (SGE4A)* Physique (SPH4A)
CPO			Biologie (SBI0A) <i>Préalable</i> – Biologie (SBI3A) Chimie (SCH0A) <i>Préalable</i> – Chimie (SCH3A) Physique (SPH0A) <i>Préalable</i> – Physique (SPH4A) Les sciences dans la société (SSO0A) <i>Préalable</i> – Un cours parmi : Biologie (SBI3A) Chimie (SCH3A) Sciences de l'environnement (SEN4A) Géologie (SGE4A)* Physique (SPH4A)

* Le cours de géologie de 12^e année de niveau avancé décrit dans ce programme-cadre (voir la 11^e partie) peut être enseigné dans le cadre du programme des cours d'un département de géographie sous le titre Géologie (CGE4A) – prière de noter le changement du code de cours. Dans ce cas, le cours Géologie (SGE4A) ou Géologie (CGE4A) peut servir de préalable au cours Les sciences dans la société (SSO0A).

- ▶ suggestions précises sur les ressources mises à la disposition des professeurs de sciences;
- ▶ suggestions sur les divers modes d'enseignement des cours de sciences, y compris l'éducation coopérative;
- ▶ rôle prépondérant des mesures et des unités SI dans les cours de sciences;
- ▶ précisions concernant le traitement des symboles et des chiffres significatifs et la résolution des problèmes mathématiques;
- ▶ recommandations sur le rôle de la calculatrice et de l'ordinateur dans les cours de sciences;
- ▶ directives spécifiques concernant la sécurité;
- ▶ politique et principes touchant l'évaluation du rendement des élèves;
- ▶ politiques relatives au traitement des cours de sciences aux trois niveaux de difficulté;
- ▶ suggestions multiples sur la mise en œuvre du programme de sciences.

On ne saurait trop insister sur l'importance, pour les professeurs de sciences, d'intégrer à leur enseignement la politique et les recommandations énoncées dans la 1^{re} partie; les enseignants ne peuvent pas s'en tenir aux seules descriptions de cours fournies dans les parties 2 à 15 du programme-cadre.

Continuité des cours du cycle intermédiaire

Les cours de sciences de 7^e et de 8^e année forment, avec les cours de sciences de 9^e et de 10^e année, un ensemble homogène ayant pour objet de permettre aux élèves d'acquérir une vue globale des sciences, d'aimer les disciplines scientifiques et de comprendre les applications des sciences dans leur vie et dans la société en général. Cet ensemble de cours répartis sur quatre ans devrait par ailleurs constituer une bonne base pour les élèves qui entendent poursuivre des études scientifiques au cycle supérieur.

Au cycle intermédiaire, le programme vise à explorer les diverses disciplines scientifiques en s'appuyant sur les connaissances générales assimilées par les élèves aux cycles primaire et moyen.

Les cours de 9^e et de 10^e année de niveau général permettent aux élèves d'approfondir la matière étudiée en 7^e et en 8^e année. Les élèves ont encore la possibilité de consacrer une fraction de leurs cours à chacune des disciplines scientifiques suivantes : la biologie, la chimie, la physique et les sciences de l'environnement. En plus d'apporter variété et diversité, cette mosaïque fait ressortir les liens qui existent entre les disciplines scientifiques. Avant la fin de la 10^e année, les élèves devraient pouvoir choisir les disciplines scientifiques dans lesquelles ils veulent se spécialiser au cycle supérieur.

Tous les professeurs de sciences du cycle intermédiaire devraient savoir ce que contiennent les cours enseignés par leurs collègues, afin d'éviter les répétitions inutiles dans les cours du cycle intermédiaire et d'assurer la continuité du programme.

Les cours de 9^e et de 10^e année de niveau général doivent comporter les unités obligatoires et le nombre requis d'unités facultatives. Les enseignants devraient s'appuyer sur le nombre d'heures prévues pour chaque unité d'étude afin que le temps consacré à chacune soit proportionnel. Ceci est essentiel à la continuité du programme de sciences et à la préparation des élèves désireux de poursuivre des études scientifiques au cycle supérieur.

Les cours de sciences de 7^e et de 8^e année, en particulier les unités obligatoires, constituent une excellente préparation aux cours de 9^e et de 10^e année, lesquels sont habituellement offerts aux niveaux fondamental, général et avancé, ainsi qu'aux cours de sciences de l'environnement de 10^e année, qui sont offerts aux niveaux général et avancé.

Des crédits entiers pour les cours de 9^e et de 10^e année

On pense que la plupart des élèves s'inscriront aux cours de sciences de 9^e et de 10^e année, le diplôme d'études secondaires de l'Ontario exigeant deux crédits de sciences parmi les crédits obligatoires. Pour sauvegarder la diversité des cours de sciences au cycle intermédiaire (avec l'inclusion de la biologie, de la chimie, de la physique et des sciences de l'environnement), chacun des deux cours suivants, *Sciences, 9^e année, niveau général* et *Sciences, 10^e année, niveau général*, doit ouvrir droit à un crédit entier au bout d'une année ou d'un semestre scolaire. Il est à noter que tous les cours fondés sur ce programme-cadre peuvent servir à l'obtention des deux crédits de sciences exigés pour le diplôme d'études secondaires. Par exemple, en 10^e année, certains élèves pourraient choisir de suivre le cours de sciences de l'environnement au lieu du cours de sciences proprement dit. (Se reporter également à la sous-section 4.3 de la 1^{re} partie du programme-cadre.)

Intégration des buts et du contenu

On recommande aux enseignants de structurer chacun des cours décrits dans le présent document autour d'un but principal du programme scolaire ou d'un ensemble de buts particuliers. Ces buts donnent au programme scolaire une orientation spécifique qui peut se greffer sur le contenu et les méthodes soulignés dans les cours. Il est question de cette approche dans la sous-section 3.4 de la 1^{re} partie du programme-cadre, intitulée «Intégration des buts et du contenu». Le tableau 2, qui se trouve dans cette sous-section,

illustre les résultats de cette intégration. Cette façon de procéder mettra en valeur l’élaboration des cours de sciences décrits dans le présent document. Si l’on fait ressortir un but précis en le représentant tout au long d’un cours ou dans plusieurs unités, celui-ci devient alors le thème dominant ou un thème qui intègre toutes les activités.

Activités des élèves

Chaque unité d’étude comprend une section intitulée «Activités des élèves». Cette section indique les travaux pratiques que les élèves sont *obligés* d’effectuer. S’ils le jugent opportun, les enseignants peuvent les remplacer par d’autres activités *équivalentes*. Les activités que les élèves doivent entreprendre eux-mêmes sont désignées par un astérisque. Si le temps et les circonstances le permettent, les enseignants devraient inciter les élèves à faire les travaux qui ne sont pas marqués d’un astérisque. Ces exercices peuvent toutefois être démontrés par un ou une élève ou par l’enseignant ou l’enseignante, ou expliqués à l’aide d’un manuel, d’un film, d’un programme informatique ou de tout autre matériel didactique. Quoi qu’il en soit, on considérera que les notions et les principes scientifiques, sur lesquels portent les exercices non désignés par un astérisque et dont il est question dans les objectifs de l’unité d’étude, font partie intégrante du cours.

Règle générale, la meilleure façon d’aborder l’enseignement des sciences est de veiller à ce que le contenu du cours découle directement des travaux pratiques effectués par les élèves. On devrait présenter les techniques et méthodes du travail scientifique comme l’élément central de chaque unité d’étude, élément à partir duquel seront développées la matière, les applications et les répercussions.

Sécurité

Tous les élèves qui suivent des cours de sciences doivent être sensibilisés à l’importance de la sécurité. Il faut constamment insister sur la prévention des accidents dans toutes les activités des élèves et les démonstrations des enseignants en laboratoire. La section 9 de la 1^{re} partie, «La sécurité», comprend des sous-sections détaillées dont les titres sont les suivants :

- ▶ La sécurité dans le laboratoire
- ▶ Mesures de sécurité recommandées
- ▶ Soins aux animaux pendant les cours de sciences
- ▶ Manipulation des plantes : règles de sécurité

La section 6 de chaque unité, «Mesures de sécurité à envisager», rappelle quelques-unes des mesures de sécurité s’appliquant à l’unité en question. Toutefois, on devrait constamment se référer à la section 9 de la 1^{re} partie. Les écoles doivent toujours être vigilantes quand il s’agit de la sécurité, et elles doivent mettre à jour régulièrement leur programme de sensibilisation à la sécurité.

Questions épineuses et controversées

Le programme scolaire décrit dans le présent document fait clairement ressortir les liens existant entre les sciences, la technique et la société. Les applications et les incidences sociales des sciences sont des composantes obligatoires de chaque unité. Par ailleurs, il est question, dans la 1^{re} partie du programme-cadre, de la nécessité d’intégrer l’enseignement des valeurs aux cours de sciences. Cet enseignement provoquera inévitablement des discussions sur certaines questions épineuses et controversées.

Il est important que de telles discussions aient lieu. Elles devraient en général porter sur un point précis et les élèves devraient tous pouvoir exprimer leur opinion. On demande donc aux professeurs de sciences de bien connaître la section 10 de la 1^{re} partie, «Les valeurs et le programme de sciences», et de prêter une attention particulière aux principes qu’il faut observer lorsqu’on traite de questions épineuses dans le programme de sciences. La sous-section 10.2 porte sur ces principes.

Unités élaborées à l’échelon local

Parmi les unités facultatives de chacun des cours décrits dans cette 3^e partie, il y en a une qui s’intitule «Unité élaborée à l’échelon local». L’objet de cette unité est de permettre aux enseignants qui le désirent d’initier les élèves à un domaine scientifique qui n’est pas décrit dans le programme-cadre ou d’ajouter des éléments qui étofferont certaines des unités déjà étudiées.

Évaluation du rendement des élèves

La section 5 de chaque unité d’étude de 9^e et de 10^e année décrite dans le présent document porte sur certaines composantes qui doivent être incluses dans la note cumulative (examens officiels non compris) au moment de l’évaluation du rendement de l’élève. Dans la plupart des unités, on demande aux enseignants d’évaluer les travaux de laboratoire et les comptes rendus d’expériences. Cependant, la façon dont la note sera répartie variera selon les enseignants. Pour bien faire ressortir l’importance des travaux pratiques, au moins 15 pour 100 de la note globale doit porter sur les travaux de laboratoire et les comptes rendus d’expériences.

Renvois

Des renvois entre parenthèses figurent dans la description des unités apparaissant dans le présent document. Ces renvois servent à illustrer quelques-uns des liens qui existent entre les éléments de l’unité.

Particularités des cours de sciences de 9^e et de 10^e année, niveau général

Unités d'étude et nombre d'heures allouées à chacune

Les tableaux suivants donnent une vue d'ensemble des unités d'étude prévues pour les cours de sciences de 9^e et 10^e année, niveau général, ainsi que du nombre d'heures allouées à chacune.

Sciences, 9^e année, niveau général (SNC 1G)

Unités d'étude	Durée
<i>Obligatoires</i>	
1. Les transformations physiques	
2. Les mélanges	16 h
3. Les transformations chimiques	16 h
4. Les cellules et les systèmes cellulaires	16 h
5. Les plantes vertes	16 h
6. L'alimentation et l'énergie	16 h
	96 h
<i>Facultatives</i>	
En choisir une parmi les suivantes :	
1. Les sciences des sports et des loisirs	14 h
2. La séparation des substances	14 h
3. Les machines simples	14 h
4. Unité élaborée à l'échelon local	14 h
	110 h

Sciences, 10^e année, niveau général (SNC2G)

Unités d'étude	Durée
<i>Obligatoires</i>	
1. L'écologie des communautés	
2. Les fonctions animales	16 h
3. La chimie de l'environnement	16 h
4. Le magnétisme et l'électricité	16 h
5. L'utilisation judicieuse des ressources	16 h
	80 h
<i>Facultatives</i>	
En choisir deux parmi les suivantes :	
1. L'astronomie	15 h
2. Les minéraux et l'exploitation minière	15 h
3. La continuité	15 h
4. Les métaux	15 h
5. Les écosystèmes terrestres et aquatiques	15 h
6. Unité élaborée à l'échelon local	15 h
	30 h
	110 h

Répartition du programme sur les deux années

Les onze unités obligatoires de ces deux années d'études, six en 9^e et cinq en 10^e, assurent un équilibre entre la biologie, la chimie, la physique et les sciences de l'environnement. Chacune des unités facultatives choisies (une en 9^e et deux en 10^e) peut s'ajouter aux unités obligatoires et être adaptée aux besoins des élèves, à la spécialité de l'enseignant ou de l'enseignante et au contexte local.

Il faut aussi prévoir un équilibre entre le contenu et les méthodes. L'étude du contenu est importante, mais les expériences pratiques doivent également être une composante majeure du cours. Les élèves doivent acquérir de nombreuses aptitudes en sciences avant de poursuivre leurs études au cycle supérieur. Au moment de l'évaluation des élèves, il faudra tenir compte de la démonstration de ces aptitudes.

Ces cours de sciences de niveau général permettent aux élèves d'établir des liens entre les phénomènes scientifiques et les expériences qu'ils peuvent vivre dans la vie courante. Les activités mettront l'accent sur les applications pratiques de ces notions et apprendront aux élèves à résoudre des problèmes, à gérer leur foyer, à devenir des consommateurs avertis, à occuper intelligemment leurs loisirs, à surveiller leur forme physique et à envisager avec réalisme la situation de l'emploi.

Liens entre les cours de niveau général et ceux de niveau avancé

Les cours de sciences de niveau général diffèrent sensiblement des cours de niveau avancé offerts en 9^e et en 10^e année. Par exemple, dans les cours de sciences de niveau général, on attache moins d'importance aux concepts mathématiques. Certains enseignants pourront néanmoins, si les capacités de leurs élèves le justifient, donner davantage de problèmes de mathématiques à résoudre que ne le prévoit le programme-cadre. Dans ce cas, on veillera à proposer aux élèves des travaux supplémentaires qui feront le lien entre les sciences et la vie courante, et à les leur présenter comme un enrichissement facultatif du programme.

En 9^e année, il est recommandé que des thèmes semblables servent de point de départ au cours de niveau général et au cours de niveau avancé. À cette fin, on choisira soigneusement les sujets parmi les trois premières unités obligatoires au niveau avancé. Ainsi les élèves qui, après quelques semaines, doivent passer d'un niveau de difficulté à un autre pourront le faire sans subir de retard notable. Précisons toutefois que les deux cours de 9^e année (général et avancé) divergent de plus en plus quant aux matières étudiées et au degré de connaissances exigé, au fur et à mesure qu'ils progressent.

Approches particulières à considérer

Dans l'unité facultative n° 1 du cours de sciences de 9^e année de niveau général, «Les sciences des sports et des loisirs», les deux composantes, à savoir les sports et les loisirs, sont respectivement axées sur les jeux de balle et la photographie. Toutefois, l'enseignant ou l'enseignante chargé(e) de cette unité sera libre de les substituer à d'autres activités, pourvu qu'elles respectent les objectifs et les caractéristiques définis pour les jeux de balle et la photographie.

Dans le cadre des cours de 9^e et de 10^e année de niveau général, des sorties éducatives sont recommandées au chapitre des activités. On les intégrera aux cours dans la mesure du possible, car elles offrent aux élèves une occasion inestimable de faire des expériences directes. Les deux cours exigent aussi que l'élève se serve d'un microscope. Malgré le prix élevé de cet instrument et les précautions dont il doit être l'objet, on fera l'impossible pour en mettre un à la disposition des élèves.

Les unités obligatoires du cours de 10^e année mettent l'accent sur les responsabilités de l'élève en tant qu'élément d'un écosystème. Les unités consacrées aux sciences de la vie traitent des besoins et des interactions des organismes avec le milieu biologique qui assure la satisfaction de ces besoins. Dans le cadre des unités portant sur la physique, l'élève s'intéressera aux composantes inanimées de l'écosystème et au rôle important que lui-même ou elle-même joue dans la consommation et l'épuisement des ressources.

Le cours de niveau général offert en 10^e année offre aux élèves la possibilité de pratiquer une dissection simple dans le cadre de l'unité obligatoire n° 2, «Les fonctions animales». On insistera sur les attitudes à adopter quant au respect de la vie, ainsi que sur les aptitudes requises pour réaliser une dissection.

Le programme de l'unité obligatoire n° 2 de 10^e année, «Les fonctions animales», contient certains éléments susceptibles d'être intégrés aux cours traitant de la santé. Dans le cadre du cours de sciences, cette unité sera principalement axée sur les activités et les travaux de laboratoire qui ne sont pas prévus dans le cours sur la santé. Les enseignants chargés des cours de sciences et des cours portant sur la santé devraient planifier ensemble les matières à enseigner de façon à éviter les répétitions inutiles et à assurer la complémentarité des matières.

Le programme de l'unité facultative n° 2 de 10^e année, «Les minéraux et l'exploitation minière», contient des éléments susceptibles d'être intégrés à certains cours de géographie. Si cette unité est choisie, les départements de sciences et de géographie devraient planifier ensemble les matières à enseigner de façon à éviter les répétitions inutiles et à assurer la complémentarité des matières.

Système international d'unités en 9^e et en 10^e année

La sous-section 8.2 de la 1^{re} partie de ce programme-cadre comporte une liste d'unités SI que les élèves doivent avoir assimilées à la fin de la 10^e année. Les professeurs de sciences et de mathématiques de 9^e et de 10^e année devraient conjuguer leurs efforts de façon que cet objectif soit atteint, particulièrement par les élèves qui poursuivront des études scientifiques au cycle supérieur.

.....

Sciences, 9^e année, niveau général (SNC1G)

Unités obligatoires

Les transformations physiques
Les mélanges
Les transformations chimiques
Les cellules et les systèmes
cellulaires
Les plantes vertes
L'alimentation et l'énergie

(96 heures)

Unités facultatives

Les sciences des sports et des
loisirs
La séparation des substances
Les machines simples
Unité élaborée à l'échelon local

(14 heures)

Unité obligatoire n° 1

Les transformations physiques

Durée : 16 heures

Lorsque des substances sont exposées à des modifications de leur environnement, par exemple, à des variations de température et de pression, leurs propriétés et même leur état risquent de changer. Cette unité permettra aux élèves d'observer une grande variété de propriétés physiques chez certaines substances ordinaires; ils pourront modifier l'environnement de ces substances, observer les transformations que subissent les propriétés de chaque substance et faire des déductions fondées sur leurs observations.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- ▶ Les propriétés physiques
- ▶ Les changements d'état
- ▶ La théorie corpusculaire de la matière

1. Objectifs

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- a) à s'interroger sur les propriétés physiques particulières aux substances (2a, 2b);
- b) à maintenir le laboratoire propre et en ordre pour garantir la sécurité et fournir des conditions favorables à l'étude (2).

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) mesurer les volumes, les masses et les températures (2b);
- b) décrire les substances d'après les propriétés physiques observées (2a, 2b);
- c) formuler une hypothèse sur la raison pour laquelle l'éthylène glycol est un meilleur antigel que l'éthanol (2b);
- d) présenter des données sous forme de tableau (2b).

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- a) se souvenir que les propriétés physiques varient en fonction des substances (de 2a à 2e, 8a);
- b) énumérer certaines propriétés physiques qualitatives et quantitatives à l'aide desquelles on distingue une substance d'une autre (la couleur, la texture, les points d'ébullition et de congélation, la conductivité et la viscosité, par exemple) (de 2a à 2e);
- c) reconnaître que les changements d'état supposent des variations de température et une expansion ou une contraction (2b);
- d) établir que les points d'ébullition et de congélation d'une solution varient en fonction du degré de concentration du soluté dans la solution (2b);
- e) expliquer que des volumes identiques de liquides différents n'ont pas la même masse parce qu'ils sont constitués de particules différentes (2b, 8d);
- f) expliquer par la théorie corpusculaire les changements d'état, l'expansion et la contraction de la matière ainsi que la diffusion (2b, 8d);
- g) indiquer sur un diagramme le nom de tous les appareils utilisés au cours d'une activité donnée (2).

2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- *a) décrire les propriétés physiques de substances qui leur sont inconnues (6a, 8a);
- *b) mesurer un volume égal de saumure, d'éthanol, d'eau et d'une solution aqueuse d'éthylène glycol à 50 pour 100 dans des bêchers différents, mesurer la masse de chaque liquide, en noter les caractéristiques et effectuer les opérations suivantes :
 - ▶ ajouter un cube de glace dans chacun des bêchers et décrire les résultats;
 - ▶ à l'aide d'un thermomètre enveloppé dans une matière absorbante, observer l'effet de refroidissement produit par l'évaporation rapide des liquides;
 - ▶ amener chaque liquide au point d'ébullition et mesurer la température;
 - ▶ essayer de congeler chaque liquide;
 - ▶ faire sécher par évaporation un petit échantillon de chaque liquide dans un verre de montre;
 - ▶ ajouter un cristal d'iode à chaque boîte de Petri contenant un liquide;
 - ▶ présenter les constatations faites sous forme de tableau afin de montrer les propriétés physiques de chaque liquide (5c, 6);

*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 6.

- c) laisser tomber des billes de verre ou d'acier dans des cylindres gradués remplis de liquides différents (de l'huile, de la saumure ou de l'eau, par exemple), et comparer leur viscosité;
- d) noter les transformations physiques qui se produisent lorsqu'on verse de l'eau sur des aliments lyophilisés;
- e) étudier les variations de température qui se produisent lorsqu'on étire ou que l'on plie et déplie plusieurs fois de suite le même objet (un élastique ou un trombone, par exemple).

3. Applications

- a) Les climatiseurs et les ventilateurs fonctionnent selon le principe du refroidissement produit par l'évaporation.
- b) Hiver comme été, on met de l'antigel dans les radiateurs des voitures, car son point de congélation est bas et son point d'ébullition, élevé.
- c) En hiver, on répand du sel sur les routes pour faire fondre la glace et la neige dont la température se situe au-dessous du point de congélation de l'eau.
- d) Sous l'action du gel, qui entraîne la dilatation de l'eau, les tuyaux risquent d'éclater, les blocs moteurs, de se fendre, les fondations des immeubles, de se soulever et les chaussées, de gonfler.
- e) Les thermomètres fonctionnent d'après le principe selon lequel les liquides se dilatent sous l'action de la chaleur et se contractent sous l'action du froid.

4. Incidences sociales

- a) Les gelures provoquent des lésions des cellules de l'organisme parce que l'eau contenue dans ces cellules augmente de volume en gelant.
- b) L'usage répandu de l'éthylène glycol comme antigel pour les voitures nous permet de circuler par tous les temps.

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les quatre composantes suivantes :

- a) les travaux de laboratoire, y compris la mesure des volumes, des masses et des températures;
- b) la prudence et le soin apportés à manipuler les instruments de laboratoire;
- c) la représentation des données recueillies lors des expériences;
- d) les communications verbales ou écrites avec les enseignants et les autres élèves.

6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Manipuler avec soin les substances dont on ignore les propriétés.
- b) Faire preuve de prudence lorsqu'on fait chauffer des substances inflammables et ne jamais les faire chauffer au-dessus d'une flamme non protégée.
- c) Afin d'éviter les éclaboussures, faire bouillir les liquides dans des bêchers plutôt que dans des éprouvettes.
- d) Utiliser obligatoirement, au lieu de thermomètres à mercure, des thermomètres à alcool, qui supportent des températures allant jusqu'à 150°C.
- e) Manipuler avec soin l'iode, qui est une substance corrosive. Utiliser des pincettes ou des spatules pour transporter les cristaux, et éviter le contact des cristaux avec la peau.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) étudier les propriétés isolantes de diverses substances au moyen d'expériences sur la conductivité thermique;
- b) étudier la conductivité électrique de divers liquides;
- c) étudier la solubilité du permanganate de potassium dans différents liquides.

8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Au début du cours, on peut demander aux élèves de décrire des objets selon leurs propriétés physiques. Il importe de bien faire ressortir la différence entre observation et déduction.
- b) On attachera moins d'importance à des concepts mathématiques (par exemple, on n'exigera pas le calcul des masses volumiques).
- c) Pour l'activité 2b, les élèves peuvent formuler des hypothèses sur les résultats avant d'effectuer les expériences.
- d) Par la mesure des masses et des volumes, les élèves peuvent déduire que chaque substance contient des particules dont la taille et la masse diffèrent et qui sont séparées les unes des autres.
- e) Le rendement des élèves devrait être évalué durant les expériences et porter surtout sur l'organisation, la prudence et le soin apporté à la manipulation des instruments de laboratoire.
- f) Le cas échéant, pour expliquer des phénomènes physiques, on pourrait faire appel à des notions de la théorie corpusculaire de la matière. La diffusion de l'iode ou du permanganate de potassium peut servir d'introduction à cette théorie.

Unité obligatoire n° 2

Les mélanges

Durée : 16 heures

Nombre de substances que nous utilisons dans la vie de tous les jours sont des mélanges, comme ceux qui servent à préparer les aliments, les produits de beauté et les médicaments, ou ceux qu'emploient l'industrie et l'agriculture. Ces mélanges ont de nombreux usages bénéfiques. Certains, pourtant, s'ils sont mal utilisés, risquent de polluer l'environnement ou de provoquer d'autres dommages. Au cours de cette unité, les élèves aborderont l'étude des mélanges en les classifiant suivant la taille des particules qu'ils renferment : les mélanges hétérogènes (mélanges mécaniques), les mélanges homogènes (solutions) et les colloïdes. On mettra également l'accent sur l'utilisation des mélanges dans la vie de tous les jours.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- ▶ Les mélanges mécaniques
- ▶ Les solutions
- ▶ Les colloïdes
- ▶ La séparation mécanique des éléments constituants des mélanges

1. Objectifs

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- a) à manifester de la curiosité en ce qui concerne les mélanges dont on se sert dans la vie de tous les jours (3);
- b) à s'engager à lire attentivement les étiquettes, à suivre les instructions et à employer judicieusement les substances (2c);
- c) à faire montre d'assurance lorsqu'ils auront à exécuter des travaux et à en présenter les résultats à l'enseignant ou à l'enseignante et à leurs camarades (2);
- d) à se méfier des substances dont les propriétés et les effets potentiels sur les gens et l'environnement leur sont inconnus (4).

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) décrire et comparer les mélanges selon les propriétés physiques observées (2a);
- b) classifier les mélanges selon les propriétés observées (2a);
- c) mesurer la masse ou le volume des solutés et des solvants afin d'évaluer le degré de concentration d'une solution (2d);
- d) se servir d'une loupe (2a);
- e) prévoir les effets qu'auront des agents de blanchiment sur des tissus en fonction de leur degré de concentration, et vérifier ces prévisions (2b);
- f) travailler en équipe (2);
- g) faire croître des cristaux à partir d'une solution sursaturée (2d);
- h) présenter les résultats de leurs expériences sous forme de tableau (2).

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- a) énumérer certaines caractéristiques des mélanges (2a);
- b) se rappeler le sens des termes suivants : solution, mélange mécanique, soluté, solvant (8d);
- c) expliquer les termes suivants : colloïde, hétérogène, homogène (8d);
- d) appliquer leur connaissance des propriétés d'un mélange particulier (l'eau et le sel, par exemple) à leurs expériences quotidiennes (3);
- e) comparer les propriétés de solutions non saturées, saturées et sursaturées (2d);
- f) expliquer pourquoi certaines particules peuvent traverser une surface poreuse et d'autres pas (2a);
- g) reconnaître que certaines matières se dissolvent plus facilement que d'autres dans un liquide donné (2c);
- h) décrire comment on peut, à l'aide d'émulsifiants et de coagulants, maintenir en suspension deux ou plusieurs éléments constituants d'un mélange (2f, 8h);
- i) citer les méthodes de séparation du soluté et du solvant dans une solution (2g).

2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- *a) comparer l'eau du robinet avec des mélanges aqueux contenant des substances telles que du glucose, de l'argile, de l'amidon, des haricots blancs et de l'hydroxyde de calcium, en respectant les étapes suivantes : (i) utiliser une loupe pour observer et décrire les propriétés physiques des éléments constituants avant et après la préparation des mélanges; (ii) filtrer chaque mélange, examiner à la loupe le filtrat et le papier filtre, et décrire leurs observations; (iii) à l'aide d'eau distillée comme liquide témoin, soumettre chacun des filtrats à l'épreuve du bleu de bromothymol, de l'iode et de l'eau contenant du gaz carbonique; (iv) présenter les observations faites au cours des expériences sous forme de tableau (5b);
- b) vérifier l'effet d'une solution concentrée d'eau de javel sur certains tissus, comme de la toile à jeans (6b, 6c);
- c) lire les étiquettes de certaines solutions d'usage domestique courant, noter les précautions à prendre pour leur emploi et leur rangement, et discuter des conséquences que leur utilisation largement répandue risque d'avoir sur l'environnement;
- *d) préparer une solution sursaturée, comparer ses propriétés avec celles de solutions non saturées et saturées et, au moyen d'un premier cristal, faire croître des cristaux à partir de la solution sursaturée (8d, 8f);
- *e) faire des taches sur des tissus au moyen de diverses substances, essayer de les enlever à l'aide de différents solvants et comparer les résultats (6a, 6b);
- f) étudier ce qui se passe lorsqu'on ajoute quelques gouttes de savon à un mélange d'eau et d'huile (8h);
- g) étudier les méthodes permettant de séparer les éléments constituants d'une solution de nitrate de potassium dans l'eau (l'évaporation, la cristallisation et la filtration subséquente, par exemple).

3. Applications

- a) Nombre de produits alimentaires sont des mélanges (les boissons gazeuses, les produits laitiers, les vinaigrettes, par exemple).
- b) Les mélanges comme les peintures, les produits de beauté, les fongicides, les herbicides et les pesticides sont des produits de l'industrie chimique.

4. Incidences sociales

- a) Souvent, les systèmes d'épuration n'enlèvent pas complètement tous les polluants de l'eau et, dans bien des cas, on ne connaît pas les effets à long terme de ces polluants sur les humains et sur l'environnement.
- b) Certains mélanges comme les peintures et divers préservatifs empêchent les produits de se détériorer ou de s'avancer, et préviennent ainsi des pertes coûteuses pour la société.

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- a) les travaux de laboratoire, y compris la description et la classification de divers mélanges;
- b) la présentation sous forme de tableau des résultats des expériences;
- c) l'esprit d'entraide des élèves et l'exécution des travaux assignés.

6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Manipuler avec soin les substances volatiles ou inflammables.
- b) Aérer suffisamment le laboratoire lorsqu'on utilise des substances dégageant des vapeurs nocives (des agents de blanchiment en solution concentrée, par exemple).
- c) Manipuler avec prudence les agents de blanchiment en solution concentrée.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) comparer les propriétés de quelques mélanges que l'on trouve couramment chez soi (le lait, la vinaigrette, le ketchup, par exemple);
- b) préparer un mélange d'usage courant (de la mayonnaise, de la crème pour les mains, par exemple).

Unité obligatoire n° 3**8. Quelques méthodes d'enseignement**

- a) L'activité 2a peut servir de point de départ à l'unité. On peut la réaliser au début et s'y reporter au cours de l'unité; ou bien on peut la réaliser en plusieurs étapes échelonnées tout au long de l'unité.
- b) On doit utiliser de l'eau distillée comme liquide témoin pour l'activité 2a. On introduira ici la notion d'éléments témoins, et on soulignera l'importance de leur utilisation pendant les expériences.
- c) Les élèves feront certaines expériences en équipe et en communiqueront les résultats à la classe.
- d) À partir des observations des élèves, on exposera les concepts se rapportant à la taille des particules qui constituent des mélanges mécaniques, des solutions et des colloïdes. On incitera les élèves à utiliser les termes qui précèdent, de même que *suspension, émulsion, émulsifiant et coagulant*, sans toutefois en demander la définition formelle.
- e) On soulignera la différence qui existe entre certaines propriétés physiques d'une solution et celles de ses éléments constituants (les points d'ébullition et de congélation, par exemple).
- f) Le processus de formation des cristaux dans la nature devrait être lié à l'activité 2d.
- g) On soulignera l'importance de la filtration dans des appareils d'usage courant (les fournaises, les aspirateurs, les voitures, par exemple).
- h) On fera comprendre aux élèves que la production d'un grand nombre de colloïdes et d'émulsions utiles, comme la margarine et certains produits de beauté, est rendue possible par l'ajout d'un émulsifiant, qui empêche les particules les plus denses de se déposer et les moins denses de remonter à la surface.

Les transformations chimiques

Durée : 16 heures

Les transformations chimiques font partie intégrante de la vie quotidienne. Depuis la Seconde Guerre mondiale, les scientifiques ont inventé des milliers de nouveaux composés chimiques qui sont utilisés dans l'industrie, en agriculture, en médecine ainsi qu'à des fins domestiques, et qui sont par la suite libérés dans l'environnement. L'étude de diverses transformations chimiques apprendra aux élèves que chacune d'elles suppose un nouvel agencement des particules des éléments.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- ▶ Les transformations chimiques
- ▶ Les éléments et les composés
- ▶ Les équations
- ▶ Les propriétés chimiques des gaz
- ▶ L'oxydation et la combustion des carburants
- ▶ Le modèle corpusculaire de la matière

1. Objectifs

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- a) à acquérir le sens des responsabilités nécessaire pour mener à bien les travaux qui leur sont assignés, soit individuellement, soit en équipe;
- b) à comprendre qu'ils doivent observer une extrême prudence au cours des expériences et maintenir le laboratoire en ordre;
- c) à respecter les règles de sécurité lors des expériences de laboratoire;
- d) à s'intéresser aux causes des phénomènes observés lors des expériences et des activités.

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) mesurer le volume des liquides à l'aide d'un bêcher ou d'un cylindre gradué;
- b) préparer, manipuler et se débarrasser des produits chimiques de façon sécuritaire (2);
- c) chauffer des liquides et utiliser un bec Bunsen de façon sûre et correcte (2c, 2i);
- d) assembler des appareils en suivant des instructions écrites;
- e) détecter la présence d'oxygène, de gaz carbonique, d'hydrogène et d'eau (2b);
- f) faire la distinction entre les déductions et les observations;
- g) classifier les transformations selon qu'elles sont physiques ou chimiques (2a);
- h) classifier diverses substances comme étant des éléments, des composés ou des mélanges, selon les propriétés observées (2);
- i) exprimer des réactions chimiques simples sous forme d'équations sémantiques (8b).

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- a) décrire les transformations chimiques à partir du modèle corpusculaire;
- b) faire la distinction entre éléments et composés;
- c) expliquer qu'une substance formée à la suite d'un nouvel agencement de ses éléments a de nouvelles propriétés;
- d) décrire des méthodes permettant de produire et de détecter l'oxygène, le gaz carbonique, l'hydrogène et l'eau (2b);
- e) énumérer quelques propriétés chimiques du gaz carbonique, de l'oxygène et de l'hydrogène (de 2a à 2g);
- f) reconnaître et décrire les produits de combustion (2c);
- g) exprimer une transformation chimique simple sous forme d'équation sémantique contenant un terme du domaine de l'énergie (8b);
- h) donner deux ou trois points importants du modèle corpusculaire de la matière.

2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- a) observer certaines transformations de substances courantes et les identifier comme étant physiques ou chimiques (8a, 8d);
- *b) détecter la présence de gaz carbonique, d'oxygène, d'eau et d'hydrogène à l'aide de tests chimiques (6);
- *c) détecter la présence de produits de combustion (gaz carbonique et eau) d'au moins un combustible comme l'éthanol, le gaz naturel ou la cire (3a, 6a, 6b, de 8b à 8d);

- d) observer l'action de la rouille sur la limaille de fer ou la laine d'acier contenues dans un récipient approprié pour arriver à déduire la proportion d'oxygène dans l'air (4c, de 8b à 8d);
- *e) décomposer du peroxyde d'hydrogène au moyen d'un catalyseur ou de l'eau (par électrolyse) et identifier les produits (4b, de 8b à 8d);
- f) étudier les transformations qui surviennent lorsqu'on mélange du bicarbonate de soude à du vinaigre ou à du jus de citron et décrire certaines propriétés du gaz carbonique (3b, de 8b à 8d);
- *g) observer la réaction d'un calcium métallique dans l'eau et décrire certaines propriétés de l'hydrogène (6d, de 8b à 8d);
- h) étudier l'effet d'un agent de blanchiment (le peroxyde d'hydrogène ou l'eau de javel, par exemple) sur une mèche de cheveux (3c, de 8b à 8d);
- i) séparer un métal de son minéral, par exemple, en chauffant à haute température de l'oxyde de cuivre (II) mélangé à de la poudre de carbone (6, de 8b à 8d).

3. Applications

- a) La combustion de l'essence dans les moteurs produit de nouveaux composés chimiques dont de l'eau, du monoxyde de carbone et du gaz carbonique.
- b) Au cours de la cuisson de certains mets, le gaz carbonique produit par le mélange de bicarbonate de soude et d'un acide fait lever la préparation.
- c) La décoloration des tissus à l'aide d'eau de javel ou de peroxyde d'hydrogène est un exemple de réaction chimique.
- d) Les substances que l'on trouve dans les cellules végétales et animales produisent de l'énergie par le biais de réactions chimiques.

4. Incidences sociales

- a) Un grand nombre de produits de consommation comme les matières plastiques ont été créés artificiellement grâce à des transformations chimiques. Ces produits, chimiquement stables pour la plupart, présentent de ce fait une grande utilité, mais posent pour la société un sérieux problème de pollution.
- b) L'hydrogène produit par la décomposition de l'eau deviendra peut-être une nouvelle source d'énergie.
- c) La formation de rouille sur les voitures est une réaction chimique non désirée qui coûte cher à la société. On cherche actuellement à mettre au point de nouveaux produits qui empêcheront la rouille.
- d) On suppose que l'importante quantité de gaz carbonique dégagée par la combustion de carburants pourrait un jour modifier le climat de notre planète.

*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 6.

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- a) les travaux de laboratoire, y compris les tests de détection de gaz carbonique, d'hydrogène, d'oxygène et d'eau;
- b) les notes prises au cours des expériences, y compris les observations portant sur les réactions chimiques;
- c) la prudence dans la manipulation des instruments de laboratoire et des produits chimiques.

6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Veiller à ce que les élèves portent des lunettes de protection lorsqu'ils chauffent ou versent des produits chimiques.
- b) Bien ventiler le local où auront lieu des expériences produisant des vapeurs nocives.
- c) Se débarrasser des produits chimiques sans polluer.
- d) Ne pas faire la réaction calcium-eau à proximité d'une flamme.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) étudier la loi de la conservation de la masse en mesurant la masse des réactifs et des produits dans un système clos;
- b) mesurer la masse de la laine d'acier utilisée dans l'activité 2d, avant et après la réaction, afin de démontrer qu'un métal oxydé augmente de masse durant son oxydation;
- c) observer le déplacement d'un métal dans une solution (le cuivre déplacé par un clou en fer dans une solution de sulfate de cuivre, par exemple) et essayer d'expliquer la réaction sous forme d'équation;
- d) dresser une liste des produits chimiques réactifs d'usage domestique, décrire la méthode de rangement indiquée pour chacun d'eux et rédiger des avertissements à afficher près du lieu d'entreposage des produits.

8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) On demandera aux élèves de décrire des situations de la vie courante où des transformations chimiques se produisent.
- b) Les élèves devraient exprimer des transformations chimiques sous forme d'équations sémantiques, mais ils n'ont pas à les mémoriser.
- c) On incitera les élèves à présenter et à expliquer les résultats de leurs expériences sous forme de diagramme.
- d) Pendant les activités, on incitera les élèves à présenter des rapports aussi détaillés que possible sur les propriétés physiques des diverses substances.
- e) Pour aborder le domaine des transformations chimiques, on demandera aux élèves ce qu'ils font pour protéger les objets auxquels ils tiennent contre des transformations chimiques non souhaitables.

Unité obligatoire n° 4

Les cellules et les systèmes cellulaires

Durée : 16 heures

La cellule est considérée comme l'unité fondamentale de tout organisme vivant. Bien que la vie apparaisse sous des formes diverses, la structure et les fonctions de l'unité fondamentale présentent de nombreuses similitudes. Les cellules réagissent aux stimuli du milieu et utilisent l'énergie pour fabriquer et transporter les substances nécessaires à leur croissance et à leur reproduction. Chez les organismes pluricellulaires, les cellules sont programmées de manière à se regrouper en vue de fonctionner ensemble (les tissus, les organes, les systèmes, par exemple). L'étude de la cellule permettra aux élèves de découvrir comment des organismes aussi complexes que les êtres humains peuvent partager certains traits biologiques avec les Paraméries et les pins, entre autres.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- ▶ L'utilisation du microscope
- ▶ Le modèle cellulaire
- ▶ Les effets des transformations du milieu sur les cellules
- ▶ Les échanges cellulaires
- ▶ La reproduction des cellules
- ▶ Les liens entre les cellules, les tissus, les organes, les systèmes et les organismes

1. Objectifs

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- a) à manipuler avec soin le matériel de laboratoire, surtout les appareils dispendieux comme le microscope (2a, 2d, de 2f à 2h);
- b) à faire preuve d'objectivité en examinant des cellules au microscope (2d);
- c) à s'intéresser aux différents types de cellules (2b, 2g, 2h).

Aptitudes. Les élèves auront l'occasion d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) manipuler et utiliser un microscope avec tout le soin nécessaire (2a, 2d, de 2f à 2h);
- b) examiner des lames préparées en variant le degré de grossissement du microscope (2a, 2f);
- c) mesurer, au moyen d'un procédé de calibrage simple (règle en plastique), le champ de vision du microscope à divers degrés de grossissement (2a);
- d) préparer des lames aqueuses avec plusieurs cellules, tissus et organismes unicellulaires différents (2b, 2g);
- e) examiner des lames aqueuses et identifier, selon le cas, des caractéristiques structurelles telles que la paroi cellulaire, la membrane cellulaire, le cytoplasme, les vacuoles, les chloroplastes et le noyau (2b, 2h).

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- a) reconnaître les parties et les fonctions principales du microscope photonique (2a, 8a);
- b) énoncer les principaux éléments de la théorie cellulaire;
- c) reconnaître les principaux éléments constituants de la cellule, y compris les mitochondries, et en décrire les fonctions (2c);
- d) expliquer comment les organismes unicellulaires comme les Paraméries réagissent à des transformations du milieu (aux variations de température ou à une augmentation d'acidité ou de salinité, par exemple) (2d);
- e) expliquer comment les substances pénètrent dans la cellule et en sortent, et pourquoi ces échanges sont nécessaires (2d, 2e, 8c);
- f) décrire les principales phases de la mitose et indiquer le résultat de ce processus (2f, 8d);
- g) donner des exemples pour illustrer comment sont constitués les tissus, les organes et les systèmes pluricellulaires (2h).

2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- *a) mesurer le champ de vision d'un microscope et examiner au microscope des lames préparées (5a);
- *b) préparer les lames aqueuses de spécimens (teintés et non teintés) de cellules et de tissus d'origine animale et végétale comme des pelures d'oignon ou de tomate, un fragment d'épithélium prélevé de la surface interne de la joue, des feuilles d'élodée ou de laitue, des Protistes cultivés en milieu stérile ou dans une infusion de foin (6);
- c) construire un modèle tridimensionnel d'une cellule commune;
- *d) soumettre au moins une des lames préparées au cours de l'activité 2b à des transformations du milieu, soit par des variations de température ou d'éclairage, soit par l'ajout de certaines substances (alcool, sel, sucre, eau distillée, acide, par exemple); relever ensuite au cours d'un examen au microscope les changements qui se produisent dans les cellules (3c, 5b, 6c);
- e) étudier, au moyen d'un tube à dialyse, la diffusion à travers une membrane semi-perméable (8c);
- *f) examiner au microscope des lames préparées illustrant le processus de la mitose;
- g) examiner au microscope des lames aqueuses de Protistes, par exemple, des Paramécies, et y ajouter des cellules de levure teintées pour observer le rôle des cils vibratiles dans le processus d'alimentation (6c);
- h) examiner au microscope plusieurs lames préparées de tissu animal ou végétal et observer les différences de forme et de dimension des cellules de ce tissu.

3. Applications

- a) Dans certaines professions (joaillerie, minéralogie) ou chez soi, on peut utiliser le microscope ou la loupe pour examiner diverses substances.
- b) Les reins artificiels sont munis de membranes de dialyse destinées à éliminer les matières toxiques du sang.
- c) La présence de substances étrangères modifie le milieu où vit la cellule et risque d'en perturber le fonctionnement.
- d) La reproduction des cellules est normalement un processus contrôlé; cependant, il arrive que les cellules, parfois à la suite d'une modification de leur code génétique, se multiplient de façon anarchique et forment ainsi des tumeurs cancéreuses.

*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 6.

4. Incidences sociales

- a) Lorsque leur milieu subit des transformations radicales (des précipitations acides, des radiations, des produits chimiques toxiques, par exemple), les cellules peuvent mourir, entraînant ainsi la mort de l'organisme.
- b) Les organismes vivants sont capables de s'adapter à des transformations minimes de leur milieu.
- c) En raison de l'émission de milliers de nouveaux produits chimiques dans l'environnement, le milieu où vivent de nombreuses cellules végétales et animales a subi d'importantes transformations.
- d) Les additifs dans l'eau potable et la nourriture que nous ingérons ainsi que les médicaments que nous absorbons, agissent sur le milieu où vivent les cellules humaines.

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les deux composantes suivantes :

- a) les travaux de laboratoire, y compris la préparation de lames aqueuses et leur examen au microscope;
- b) les comptes rendus d'observations faites à la suite de l'examen des cellules au microscope.

6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Mettre en garde les élèves contre les effets des colorants biologiques sur la peau et les vêtements.
- b) Utiliser, pour couper les tissus, une lame de rasoir à simple tranchant munie d'un manche adapté.
- c) Souligner l'importance de la propreté lorsqu'on doit manipuler des cultures ou des organismes. Éviter de porter les mains, des crayons ou d'autres objets à la bouche.
- d) Pour prélever les cellules épithéliales de la joue, gratter légèrement la muqueuse buccale à l'aide d'un cure-dent.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) étudier un échantillon d'eau stagnante pour observer les différents organismes qui y vivent;
- b) examiner des lames préparées de tissu humain illustrant les effets des agressions du milieu (par exemple, ceux de la nicotine);
- c) étendre les expériences portant sur les cellules vivantes à d'autres facteurs environnementaux qui n'ont pas encore été étudiés, par exemple, l'acidité ou l'alcalinité.

Unité obligatoire n° 5**8. Quelques méthodes d'enseignement**

- La première fois que les élèves se servent du microscope, ils peuvent écrire un *e* aussi petit que possible, le placer sur une lame et l'examiner. Ils constateront que le microscope produit une image inversée.
- Pour franchir l'écart entre la vision bidimensionnelle des cellules que donne le microscope et leur réalité tridimensionnelle, on pourrait faire voir aux élèves des photographies de cellules prises à l'aide d'un microscope électronique à balayage.
- L'osmomètre permet de voir clairement les changements de volume qui se produisent au cours de la diffusion. On peut fabriquer cet instrument en insérant un tube de verre dans un sac constitué par la membrane de dialyse et contenant une solution de sucre ou de mélasse. On peut élaborer, à partir des changements de volume constatés, un modèle illustrant le phénomène de la diffusion à travers une membrane.
- Si l'on immerge seulement la racine d'un oignon dans de l'eau, on obtient de nombreuses radicelles que l'on peut écraser et teinter à l'acéto-orcéine pour montrer le phénomène de la mitose.

Les plantes vertes*Durée : 16 heures*

Sans plantes vertes, il ne saurait y avoir de vie humaine ou animale. Les plantes nous fournissent nourriture, vêtements, gîte, médicaments, combustibles, papier, fourrage et oxygène. Cette unité aidera les élèves à mieux comprendre à quel point les plantes nous sont indispensables et leur permettra d'appliquer leur connaissance du métabolisme cellulaire à une étude de la photosynthèse.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- ▶ Les usages des produits végétaux
- ▶ Les plantes aux sein d'un écosystème
- ▶ La photosynthèse
- ▶ Les phénomènes d'absorption et de conduction chez les plantes
- ▶ Les feuilles, les tiges et les racines
- ▶ L'adaptation des plantes

1. Objectifs

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- à apprécier à sa juste valeur le rôle des plantes vertes dans le maintien de la vie sur terre (de 3a à 3c, de 4b à 4e);
- à prendre conscience des diverses façons dont les êtres humains ont utilisé et utilisent encore les plantes (3d);
- à se préoccuper des effets de nos habitudes de vie sur les plantes (4c, 4d).

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- analyser des plantes pour y découvrir de l'amidon (2a, 2b, 2h);
- faire germer des graines (2g);
- examiner au microscope des lames préparées portant des coupes transversales d'une feuille (2f).

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- a) connaître l'équation sémantique de la photosynthèse (de 2a à 2c);
- b) décrire l'importance de la photosynthèse pour la vie animale (3a);
- c) nommer au moins huit façons dont ils utilisent des plantes vertes dans leur vie (3d);
- d) énoncer ce dont une plante verte a besoin pour croître et se reproduire;
- e) décrire de quelle façon la structure de la feuille, de la tige et des racines d'une plante est liée à la fonction de ces parties de la plante dans le processus de photosynthèse;
- f) expliquer la façon dont les racines des plantes absorbent l'eau et la dirigent vers le lieu où s'opère la photosynthèse (2d);
- g) énumérer quelques modes d'adaptation des plantes à leur environnement.

2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- *a) cultiver des plantes avec de la lumière et dans l'obscurité et vérifier, après avoir retiré les pigments des feuilles, si elles produisent de l'amidon (6a);
- *b) à l'aide d'un Coleus ou d'une autre plante panachée semblable, démontrer que la présence de chlorophylle est essentielle au processus de photosynthèse en vérifiant, après avoir retiré les pigments des feuilles, la présence d'amidon (6a);
- c) à l'aide de plantes aquatiques, démontrer qu'au cours de la photosynthèse, de l'oxygène se dégage et du gaz carbonique est absorbé;
- d) à l'aide de teintures solubles dans l'eau ou de colorants alimentaires, démontrer que des radis en germination ou des semis de graminées absorbent l'eau et que le système vasculaire remonte des racines jusqu'aux feuilles;
- e) procéder à une expérience visant à comparer la vitesse à laquelle l'eau monte dans des tiges de céleri qui ont conservé leurs feuilles et celle à laquelle elle monte dans des tiges sans feuilles;
- *f) situer et identifier les chloroplastes dans les cellules d'une feuille en observant, à un degré de grossissement élevé, une lame préparée portant une coupe transversale de la feuille;
- *g) faire germer des graines de plantes, (des radis, par exemple) sur des serviettes de papier imbibées de solutions de pH différents pour étudier la relation entre la croissance des plantes et le pH;
- h) vérifier la présence d'amidon dans l'endosperme des cotylédons de fèves, puis faire germer les fèves et refaire le test pour déceler la présence d'amidon dans les cotylédons après l'apparition des feuilles primaires (6a).

3. Applications

- a) Les plantes vertes constituent la principale source de nourriture des animaux.
- b) Les agriculteurs et les jardiniers font appel à leur connaissance des éléments nécessaires à la croissance des plantes pour obtenir de bonnes récoltes.
- c) On ajoute des engrains naturels et synthétiques à la terre pour s'assurer que les plantes disposent des éléments nutritifs nécessaires à leur croissance.
- d) Les plantes et les produits qui en sont dérivés nous fournissent une foule de produits utiles. (*Remarque.* – Les élèves devraient en dresser une liste, y incluant des produits qui sont rarement utilisés de nos jours ou qui ne le sont plus du tout.)
- e) La rotation des cultures contribue à maintenir la qualité du sol.

4. Incidences sociales

- a) Connaître les plantes vertes et s'y intéresser peut mener à une carrière en agriculture, en horticulture, en aménagement paysager ou dans l'industrie agro-alimentaire.
- b) Les végétaux constituent le fondement d'une bonne partie de l'économie canadienne; il suffit de songer à la culture du blé et à l'industrie forestière.
- c) Les précipitations acides nuisent à la croissance des arbres en de nombreux points du globe.
- d) L'utilisation du bois en tant que combustible a entraîné le déboisement de certains pays. Les arbres constituent une ressource renouvelable dont la gestion doit être appropriée.
- e) Un grand nombre de Canadiens prennent plaisir à cultiver des plantes d'appartement.

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les deux composantes suivantes :

- a) les travaux de laboratoire, y compris une démonstration illustrant que les plantes vertes ont besoin de lumière pour produire de l'amidon;
- b) les notes de sciences et les comptes rendus d'expériences.

6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Utiliser une plaque chauffante et un bain-marie pour faire chauffer l'alcool devant servir à extraire la chlorophylle des feuilles. Ne pas utiliser de méthanol. S'assurer que la pièce où se déroule cette activité est bien ventilée.
- b) Informer les élèves qu'ils doivent signaler toute allergie aux plantes.
- c) Les élèves doivent laver leurs mains après avoir manipulé de la terre, des plantes ou des produits chimiques.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) bouturer et faire pousser quelques plantes d'appartement connues;
- b) comparer les effets de différents milieux sur le développement de boutures;
- c) procéder à des expériences portant sur l'effet de lumières de différentes couleurs sur la photosynthèse;
- d) faire pousser des plantes au moyen de techniques hydroponiques.

8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Une feuille peut être comparée à une usine, comme le démontre le tableau qui suit :

Plante	Usine
xylème et stomate	réception
eau, minéraux et gaz carbonique	matières premières
cellules vertes (+ chlorophylle)	ateliers de production
chloroplastes et enzymes	machines
lumière	source d'énergie (électricité, pétrole, gaz)
chaîne de sucre et d'amidon	produit principal
oxygène	sous-produit
phloème et stomate	expédition

- b) Inciter les élèves à interroger des membres plus âgés de leur famille sur les plantes médicinales traditionnelles et à faire ensuite un rapport à la classe.
- c) Les élèves peuvent lire des articles de journaux sur des plantes menacées d'extinction et sur la nécessité d'aménager des parcs et des réserves naturelles.
- d) Les élèves peuvent visiter une serre ou inviter un fleuriste, la propriétaire d'une serre ou son directeur à venir s'adresser à la classe. Ils peuvent aussi demander la description des fonctions des divers employés d'une serre.
- e) Les maladies courantes des plantes d'appartement et leur traitement peuvent faire l'objet d'une discussion.

Unité obligatoire n° 6

L'alimentation et l'énergie

Durée : 16 heures

De nos jours, peu de gens produisent leur propre nourriture, et dans la plupart des cas, les aliments sont produits bien loin de l'endroit où ils sont consommés. L'endroit où sont produits nos aliments, les effets de la culture sur le sol et la qualité des aliments que nous consommons nous concernent tous personnellement. Des principes scientifiques sont mis en application à chacune des étapes de la production des aliments. Cette unité traite tout particulièrement de ces principes et du rôle des plantes en tant que principale source de nourriture des êtres humains. Bien qu'il y soit surtout question des aliments dérivés des plantes, les aliments d'origine animale y sont aussi abordés.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- ▶ Les plantes en tant que source de nourriture
- ▶ La multiplication des plantes
- ▶ Les maladies des plantes
- ▶ La production et la transformation des aliments
- ▶ Les valeurs énergétique et nutritive des aliments

1. Objectifs

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- a) à s'intéresser à la vaste gamme de plantes propres à la consommation (2a);
- b) à s'interroger sur les méthodes de transformation des aliments (de 3a à 3c);
- c) à juger du rôle joué par les sciences à chacune des étapes de la production et de la transformation des aliments.

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) observer des plantes comestibles et en citer des exemples (2a);
- b) comparer les variétés d'une même plante alimentaire (2c);
- c) concevoir une expérience destinée à évaluer la valeur énergétique d'un type d'aliment (2d);
- d) recueillir des données sur la valeur énergétique de divers aliments et les présenter sous forme de tableau (2d);
- e) classifier les aliments selon les parties des plantes dont ils proviennent (2a).

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- a) nommer dix plantes constituant des aliments usuels;
- b) nommer les parties des plantes que l'on consomme et donner des exemples d'aliments tirés de chaque partie (2a, 8b);
- c) décrire brièvement la production de nouveaux plants (des pommes de terre de semence, des semis et des graines, par exemple);
- d) rappeler les conditions essentielles à la croissance des plantes et décrire des moyens de les leur fournir (l'utilisation d'engrais, l'irrigation, par exemple);
- e) décrire certaines maladies courantes des plantes (comme la tavelure du pommier, la rouille du blé) ainsi que les moyens de les combattre (3d, 8b);
- f) décrire le cheminement de certains aliments (au moins un aliment d'origine végétale et un d'origine animale) du lieu de production au lieu de consommation et indiquer la quantité d'énergie nécessaire à chacune des étapes (8);
- g) décrire les qualités importantes d'un aliment prêt à être consommé (le goût, la couleur, les possibilités de conservation durant l'entreposage, par exemple);
- h) comparer la valeur énergétique de plusieurs aliments usuels (2d);
- i) nommer et décrire brièvement les principaux éléments constitutifs de nature chimique des aliments, tant d'origine végétale qu'animale, comme les hydrates de carbone, les protéines, les lipides, l'eau, les vitamines et les minéraux (5c).

2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- *a) observer et décrire des aliments tirés de différentes parties d'une plante (5c, 6a);
- b) recueillir des échantillons de plantes affectées par une maladie et décrire les effets de cette maladie (6a);
- *c) comparer les caractéristiques physiques de plusieurs variétés d'une même plante alimentaire, par exemple, la pomme (6a);

* Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 6.

- *d) concevoir et mener une expérience permettant de déterminer la valeur énergétique approximative d'une arachide et la comparer à celle d'autres aliments (5a, 6b, 8e);
- e) à l'aide d'analyses chimiques simples, déceler la présence de sucres, d'amidon et de graisse dans certains aliments (5c, 6a).

3. Applications

- a) De nos jours, l'agriculture fait appel à des techniques évoluées, basées sur des principes scientifiques.
- b) Le prix d'un aliment est fonction du nombre d'étapes que suppose sa transformation.
- c) On a recours aux techniques de sélection et de reproduction pour créer des variétés de plantes et des espèces animales fournissant des produits alimentaires de grande qualité.
- d) On utilise divers produits chimiques pour enrayer les maladies des plantes et des animaux et ainsi améliorer la qualité des produits alimentaires.

4. Incidences sociales

- a) L'industrie alimentaire offre de nombreux choix de carrière.
- b) L'aménagement de bonnes terres arables en zone urbaine peut créer la nécessité d'importer certains aliments.
- c) L'utilisation de produits chimiques améliore le rendement des cultures, mais ces produits peuvent laisser dans le sol certains résidus susceptibles de contaminer les réserves d'eau.
- d) L'alimentation agit sur la santé, et nous pouvons équilibrer notre alimentation si nous connaissons les éléments constitutifs (et leurs fonctions) des aliments d'origine végétale et animale.

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- a) la conception d'une expérience destinée à évaluer la valeur énergétique d'un aliment;
- b) la collecte de données dans le cadre d'expériences et la présentation de ces données sous forme de tableau;
- c) la classification des aliments selon leurs sources et l'identification de leurs éléments constitutifs.

6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Les élèves devraient laver leurs mains après avoir manipulé des plantes.
- b) Les élèves devraient porter des lunettes de protection lorsqu'ils font chauffer des aliments.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) déterminer la teneur en vitamine C de diverses boissons à l'orange;
- b) étudier la teneur en minéraux de plusieurs aliments;
- c) étudier les effets de la pollution atmosphérique sur la qualité des produits alimentaires;
- d) déterminer les divers produits vendus dans le commerce et qui sont tirés d'une même plante alimentaire (la tomate, l'arachide, etc.).

8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Cette unité devrait s'articuler autour de l'application des principes scientifiques aux diverses étapes du processus de production des aliments.
- b) La comparaison de diverses plantes alimentaires (la tomate et la pomme de terre, par exemple) peut constituer le principal élément de cette unité. On peut y aborder les sujets suivants : la partie de la plante utilisée, son mode de reproduction, les maladies qui l'affectent, la façon dont elle est récoltée et la façon dont elle est transformée.
- c) La visite d'une ferme, d'un salon de l'agriculture ou d'un établissement offrant des cours en agronomie (l'université de Guelph, par exemple), d'une école d'horticulture ou d'un collège de technologie agricole constituerait un excellent complément à la présente unité.
- d) On peut consulter la publication du ministère de l'Éducation de l'Ontario, *Énergie et société. Guide de l'enseignant*, qui fournit bon nombre d'idées utiles et de suggestions d'activités (voir la 5^e partie, «Alimentation»).
- e) À l'activité 2d, les élèves peuvent déterminer la valeur énergétique approximative d'une arachide en notant l'augmentation de la température lorsqu'on chauffe 50 g d'eau en brûlant des arachides. On peut également brûler des céréales et des aliments séchés. La masse des divers aliments utilisés devrait être la même.

Unité facultative n° 1

Les sciences des sports et des loisirs

Durée : 14 heures

Les principes scientifiques sont à la base de nombreux sports et passe-temps. En comprenant certains de ces principes, les élèves pourront peut-être profiter encore plus de leurs activités de loisir. Cette unité traite principalement des jeux de balle et de la photographie. On peut les remplacer par un sport ou une activité de loisir d'intérêt personnel ou local, auquel cas les enseignants devront concevoir un cadre semblable à celui proposé ici.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- ▶ Le mouvement simple
- ▶ Le mouvement à travers les fluides
- ▶ Les jeux de balle
- ▶ Le sténoscope
- ▶ Les lentilles
- ▶ L'appareil photographique moderne

1. Objectifs

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- a) à s'intéresser aux applications des sciences dans le domaine des sports et des loisirs (3);
- b) à reconnaître de quelle façon la pratique de sports ou de passe-temps peut contribuer à la bonne forme physique et à une bonne santé mentale (4).

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) déterminer la vitesse moyenne des balles utilisées dans divers sports (2a);
- b) mesurer et comparer le rebondissement de différentes balles (2a);

- c) observer les effets de jets d'air sur des balles (2b);
- d) observer les effets de mouvements de rotation imprimés à une balle (2b);
- e) déduire les effets produits par des trous de différentes dimensions sur la qualité de l'image formée par un sténoscope (2c);
- f) montrer, en traçant des diagrammes de rayons, comment un sténoscope forme une image (2c);
- g) déterminer la distance focale d'une lentille convexe (2c);
- h) observer et noter les dimensions des images réelles produites par une lentille convexe à diverses distances d'un objet éclairé (2c).

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- a) donner la signification des termes suivants : vitesse, vitesse moyenne, vitesse finale, mouvement de rotation vers l'arrière («backspin»), mouvement de rotation vers l'avant («topspin»), accélération, résistance à l'avancement, résistance de l'air (2a, 2b);
- b) expliquer de quelle façon un objet peut être accéléré par l'action d'une seule force;
- c) expliquer que des mouvements de rotation et la résistance de l'air agissent sur la trajectoire et la vitesse de la balle (2b);
- d) décrire les effets de jets d'air sur les balles (2b);
- e) expliquer de quelle façon un mouvement de rotation imprimé à une balle peut améliorer les performances réalisées dans un sport (8a);
- f) donner des preuves que la lumière se propage en ligne droite (2c);
- g) décrire, à l'aide de diagrammes de rayons, la façon dont un sténoscope forme une image (2c);
- h) identifier les caractéristiques des lentilles convexes et décrire les images qu'elles forment sur un écran ou une pellicule photographique (2c, 2d);
- i) comparer l'œil humain à un appareil photographique;
- j) nommer les principales composantes d'un appareil photographique moderne.

2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- *a) mesurer soit la vitesse moyenne de plusieurs balles différentes roulant sur le sol ou lancées, soit la hauteur que peuvent atteindre diverses balles en rebondissant lorsqu'on les laisse tomber d'une hauteur donnée; les élèves doivent ensuite présenter leurs résultats sous forme de tableau;
- *b) étudier l'effet obtenu : (i) au moyen d'un jet d'air sur une balle légère comme une balle de ping-pong ou une balle en mousse de polystyrène, d'abord lorsqu'on la laisse tomber dans un jet

*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 6.

d'air vertical et ensuite lorsque le jet d'air est incliné; ou (ii) lorsqu'on envoie de l'air entre deux balles légères suspendues par des fils et assez proches l'une de l'autre; ou (iii) lorsqu'on laisse tomber une balle sans lui donner d'effet, puis en lui imprimant un mouvement de rotation vers l'avant et enfin, vers l'arrière; les élèves devraient noter leurs observations et leurs explications;

- *c) étudier soit (i) un sténoscope et les images qu'il forme lorsqu'on modifie la distance entre le sténopé et l'écran et lorsqu'on varie le diamètre du sténopé, soit (ii) une lentille convexe en en mesurant la longueur focale et en formant des images d'objets éclairés proches; décrire les caractéristiques des images formées (6, 8b);
- d) installer un banc d'optique, un objectif convexe et un objet éclairé; comparer les dimensions de l'image produite sur un écran à celles de l'objet ainsi que la distance de l'image à celle de l'objet, en modifiant la position de ce dernier (6);
- e) faire des recherches à la bibliothèque sur un jeu de balle comme le base-ball ou le ping-pong ou sur certains aspects de la photographie moderne.

3. Applications

- a) L'application des méthodes scientifiques aux sports a permis de recueillir des renseignements très utiles, mis à profit par les entraîneurs pour élaborer leur stratégie ou imaginer des exercices (par exemple, on utilise des vélocimètres de lancer pour déterminer la vitesse à laquelle se déplacent les balles de baseball et on se sert de techniques photographiques pour en étudier la trajectoire).
- b) Pour comprendre le fonctionnement des appareils photos modernes, des caméras de télévision et des caméras vidéo, il faut d'abord savoir comment fonctionne un appareil photo simple.
- c) Il existe de nombreux débouchés dans les domaines de la conception, de l'utilisation, de l'entretien, de la réparation et de la vente d'équipement sportif et de matériel optique.

4. Incidences sociales

- a) Des équipements sportifs conçus scientifiquement (les casques protecteurs et les visières des joueurs de hockey, par exemple) ont rendu la pratique de certains sports plus sécuritaire.
- b) La photographie est un passe-temps auquel s'adonnent avec plaisir un grand nombre de personnes.
- c) La pratique de divers jeux de balle contribue au bien-être de nombreuses personnes.

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les deux composantes suivantes :

- a) la qualité du travail en laboratoire;
- b) les comptes rendus des observations faites et des mesures prises.

6. Mesures de sécurité à envisager

Si l'on se sert d'une flamme comme source de lumière, les cheveux doivent être attachés et les vêtements, boutonnés.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) étudier les effets de temps d'exposition différents sur la qualité d'une photographie en se servant d'un appareil polaroid;
- b) étudier les aspects scientifiques d'un sport ou d'un passe-temps qu'ils n'ont pas pratiqué, mais auquel ils s'intéresseraient éventuellement;
- c) former un nouveau club à l'école en vue de pratiquer un sport ou de s'adonner à un passe-temps;
- d) interroger des membres de la collectivité susceptibles d'avoir des connaissances sur les aspects scientifiques d'un sport ou d'un passe-temps.

8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Les élèves peuvent faire la démonstration d'un coup d'attaque (rotation vers l'avant) et d'un mouvement de défense (rotation vers l'arrière) à l'aide d'une balle de ping-pong et d'une raquette en effectuant l'activité 2c (iii). On peut donner des exemples de la façon dont le mouvement de rotation imprimé à un objet peut être mis à profit dans des sports tels que le base-ball, le basket-ball, le tennis, les quilles et le billard.
- b) Il faut disposer d'un écran ajustable et d'un sténoscope pour l'activité 2c (i).
- c) On peut inviter des professionnels qui parleront de la photographie moderne ou d'un sport dont il est question dans la présente unité.

Unité facultative n° 2

La séparation des substances

Durée : 14 heures

Les substances sans impuretés jouent un rôle important dans notre vie quotidienne. Ainsi l'eau pure, exempte de polluants, est essentielle à la vie humaine. Des méthodes permettant de purifier l'eau de bon nombre d'éléments contaminants et de la rendre potable ont été mises au point. Cette unité traite tout particulièrement des diverses méthodes de purification des substances, c'est-à-dire de la séparation des éléments constituants d'un mélange.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- ▶ La filtration
- ▶ La distillation
- ▶ La sédimentation et la floculation
- ▶ L'assainissement de l'air et de l'eau

1. Objectifs

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- a) à s'engager à contribuer à la préservation de nos ressources naturelles, surtout l'eau et l'air (4);
- b) à s'intéresser aux techniques employées pour séparer les éléments constituants des matières que nous utilisons dans la vie quotidienne (3).

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) appliquer des méthodes de séparation des éléments constitutants d'un mélange de façon sécuritaire (la filtration, la distillation simple et fractionnée, la sédimentation et la floculation, par exemple);
- b) utiliser le matériel approprié pour séparer deux liquides qui forment une solution (2d);
- c) observer les effets de la floculation sur la sédimentation (2f);
- d) déduire si la filtration permet de séparer tous les mélanges (2a, 2b).

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- a) définir ou employer les termes suivants : filtrat, résidu, distillat, fraction de distillation, distillation fractionnée, sédimentation, floculation;
- b) décrire les effets de la filtration sur des solutions et des suspensions (2a);
- c) expliquer le procédé de filtration et la vitesse de sédimentation à l'aide de la théorie corpusculaire (2a, 2e, 2f);
- d) choisir une méthode qui convient pour séparer les éléments constituants d'un mélange inconnu;
- e) décrire de quelle façon on sépare les éléments constituants du pétrole brut pour obtenir du kerosène, de l'essence et d'autres fractions dans une tour de fractionnement à calottes (remettre un schéma de la tour de fractionnement aux élèves);
- f) expliquer les applications pratiques et l'importance de la filtration et de la distillation (3a, 3b).

2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- *a) filtrer plusieurs «mélanges» dont certains qui semblent «purs» (du lait homogénéisé, de la vinaigrette, de l'huile ou une solution de sulfate de cuivre, par exemple), en examiner les résidus et les filtrats, puis déduire si la filtration permet de séparer tous les mélanges (6a);
- b) filtrer de l'eau «pure» provenant du robinet et examiner les résidus, puis faire évaporer un échantillon d'eau «pure» du robinet et examiner les résidus;
- *c) comparer les effets d'une distillation simple sur des solutions et des charges en suspension (une solution de sulfate de cuivre ou de l'argile en suspension dans de l'eau, par exemple) (6c, 6d, 8d);

*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 6.

- d) séparer une solution composée de deux liquides, par exemple, de l'alcool et de l'eau (6, 8f);
- e) observer les effets de la dimension des particules sur la vitesse de sédimentation, en utilisant d'abord des perles en plastique de diamètres différents et ensuite, de la terre en suspension dans de l'eau (6a, 8g);
- *f) observer les effets de la flocculation sur la sédimentation d'une charge en suspension (6a).

3. Applications

- a) Notre société fait grand usage des procédés de filtration. Les filtres des fournaises retiennent la poussière; ceux des piscines retiennent de gros débris flottant sur l'eau et de petites particules comme du sable et de la poussière; les filtres à l'huile des voitures retiennent les résidus de carbone et les rognures de métal produits par le moteur; les filtres à essence retiennent la rouille du réservoir et la saleté provenant de la pompe à essence; les masques des chirurgiens filtrent les bactéries qui se trouvent dans l'air ainsi que la poussière et d'autres polluants en suspension dans l'air; enfin, les filtres au charbon de bois sont utilisés dans les hottes des cuisinières pour réduire la dispersion des graisses, des odeurs et de la fumée lors de la cuisson des aliments.
- b) On utilise le procédé de distillation pour obtenir de l'eau distillée que l'on peut boire et dont on peut remplir les fers à repasser et les humidificateurs. La distillation fractionnée permet de séparer le pétrole brut pour obtenir des éléments tels l'essence, le carburant diesel, le mazout et les lubrifiants.
- c) Les procédés de sédimentation et de flocculation sont utilisés dans les usines de traitement des eaux usées, les usines d'épuration et les fosses septiques.

4. Incidences sociales

- a) Lorsque nous retirons de l'air et de l'eau les impuretés indésirables produites par nos industries, nous protégeons notre santé et notre bien-être.
- b) Les filtres des cigarettes sont conçus pour protéger la santé des fumeurs, mais ils ne filtrent pas les gaz produits lorsque la cigarette se consume.
- c) Les nouvelles techniques permettent de récupérer des ressources utiles (l'aluminium des canettes et le zinc par séparation des déchets industriels, par exemple).

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- a) les travaux en laboratoire, y compris la séparation des éléments constituants d'un mélange;
- b) les comptes rendus d'expériences et les notes de sciences;
- c) les communications verbales ou écrites avec les enseignants et les camarades de classe.

6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Les mélanges toxiques, inflammables ou corrosifs devraient être manipulés avec prudence. Les élèves ne devraient pas porter à la bouche des liquides et des solides quelconques et ils devraient laver leurs mains après avoir manipulé des produits chimiques.
- b) Si l'on utilise de l'alcool pour une expérience, la pièce devrait être bien ventilée et l'alcool, tenu loin des flammes.
- c) Lorsqu'on effectue une distillation, on devrait chauffer le mélange lentement.
- d) On ne devrait pas goûter les distillats.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) étudier la chromatographie comme moyen employé pour séparer les éléments constituants de l'encre noire et d'autres liquides que l'on croit être des mélanges;
- b) organiser un débat sur des énoncés tels que «l'eau que nous buvons ne présente aucun danger» ou «on peut éviter la pollution des plages»;
- c) étudier l'utilisation d'une centrifugeuse pour séparer les éléments constituants d'un mélange.

Unité facultative n° 3**8. Quelques méthodes d'enseignement**

- a) Il convient d'insister sur l'importance des substances «pures» dans notre vie quotidienne et sur les limites des techniques dont nous disposons actuellement pour séparer tous les éléments contaminants des autres substances.
- b) Les connaissances que les élèves possèdent déjà au sujet des différents états de la matière devraient être mises à profit pour déterminer si les filtres retiennent efficacement les gaz émis par les cigarettes.
- c) On devrait souligner, à l'activité 2b, que l'efficacité de la filtration est fonction de la taille des particules.
- d) Le cycle de l'eau dans la nature devrait être expliqué et comparé au processus de distillation en laboratoire. Les élèves devraient pouvoir examiner un condenseur de Liebig.
- e) Chaque groupe d'élèves ne devrait distiller qu'un seul mélange à l'activité 2c. Les élèves devraient faire part de leurs résultats à la classe.
- f) On peut présenter la distillation fractionnée comme un simple complément de la distillation et en illustrer la valeur pratique en mentionnant son application dans l'industrie pétrolière.
- g) Si l'on dispose du matériel nécessaire, on peut faire la démonstration des effets de la centrifugation sur la sédimentation.
- h) On peut organiser des visites de raffineries, d'usines d'épuration de l'eau ou d'usines de traitement des eaux usées pour observer les techniques de séparation.

Les machines simples*Durée : 14 heures*

Les machines permettent de transférer l'énergie d'un point à un autre. Elles servent parfois à multiplier une force quelconque, parfois à multiplier la vitesse, et il y a toujours un avantage à tirer de leur utilisation. À tous les paliers de la société, des machines sont employées pour accomplir des tâches routinières. Cette unité constitue une introduction aux lois de la physique qui président au fonctionnement de diverses machines.

Remarque. – L'expression *avantage mécanique* s'entendra, aux fins de la présente unité, au sens de l'avantage mécanique *réel*, basé sur le rapport entre la résistance (charge) et la force motrice. Dans certains cas, l'avantage mécanique *idéal* sera précisé; il est basé uniquement sur la configuration de la machine.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- ▶ Les machines simples
- ▶ Les machines complexes

1. Objectifs

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- a) à s'enquérir de l'utilisation, depuis l'Antiquité, de machines simples pour faciliter le travail (3a);
- b) à s'intéresser au fait que les machines complexes sont constituées de divers types de machines simples (2e, 3a, 8a).

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) suivre des directives simples pour assembler des pièces d'équipement et agencer des données à partir d'instructions écrites (de 2a à 2d);
- b) prendre des mesures précises et les noter sous forme de tableau (de 2a à 2d);
- c) mesurer l'avantage mécanique d'une machine simple (de 2b à 2d);
- d) appliquer le principe du levier à un levier simple (2a);
- e) mesurer la force, en unités SI, à l'aide d'un dynamomètre gradué (de 2a à 2d);
- f) déduire les effets de la longueur et de la hauteur d'un plan incliné sur l'avantage mécanique (2b).

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- a) énumérer les principales fonctions d'une machine simple;
- b) dresser la liste des six machines simples courantes, et savoir qu'elles se divisent en deux classes ou catégories (soit celle des leviers et celle des plans inclinés);
- c) donner un exemple pratique pour illustrer comment et en quelles circonstances on peut utiliser chaque type de machine (3a, 8a, 8d);
- d) étiqueter les parties d'un levier simple (2a);
- e) énumérer les trois catégories de leviers et en donner des exemples pratiques pour chacune;
- f) définir et calculer l'avantage mécanique de machines simples et expliquer l'effet du frottement sur l'avantage mécanique (de 2b à 2d, 8b, 8c);
- g) énoncer le principe du levier (2a);
- h) se rendre compte qu'il est plus facile de faire monter un objet le long d'un plan incliné qu'à la verticale (2b, 2c);
- i) apprendre que les machines complexes se composent de machines simples (8a, 8d);
- j) identifier divers types de machines simples composant des dispositifs d'usage courant.

2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- *a) réaliser le montage d'un levier simple et mesurer la force nécessaire pour mettre en équilibre diverses charges se trouvant à des distances différentes du point d'appui; noter sur un tableau la force motrice, la résistance (charge) et les distances de la charge et du point où s'applique la force motrice par rapport au point d'appui, puis vérifier dans chaque cas l'application du principe du levier (6, 8b);

- *b) réaliser le montage d'un plan incliné; déterminer l'avantage mécanique qu'il présente avec au moins deux angles d'inclinaison différents; noter les résultats sous forme de tableau; enfin, essayer de prédire les différences que l'on remarquerait si l'on tirait un objet jusqu'à la même hauteur sur une rampe plus longue (5b, 5c, 8b);
- c) réaliser le montage d'un plan incliné à un certain angle, déterminer l'avantage mécanique dans deux cas où la force de frottement agissant sur les objets est différente, et comparer ensuite les résultats obtenus (5b, 5c, 8b, 8e);
- d) déterminer l'avantage mécanique dans l'*un* des cas suivants : (i) une monopoulie fixe et ensuite, un système comprenant une monopoulie fixe et une monopoulie mobile; (ii) un appareil de levage à deux poulies doubles (un palan simple); ou (iii) un treuil; varier la charge, noter les résultats sous forme de tableau et déterminer une valeur moyenne (5b, 5c, 6b, 8b, 8f);
- e) étudier divers objets (comme une hachette, un burin, une échelle, un cric, un hache-viande, un taille-crayons, un palan différentiel et une bicyclette) et essayer d'identifier les machines simples qui les composent (8a, 8d).

3. Applications

- a) On trouve des machines simples dans un très grand nombre d'outils et de dispositifs (les outils de menuiserie, les instruments chirurgicaux, l'équipement de construction, les colliers de serrage du bois et du métal, les ustensiles de cuisine, les instruments aratoires). L'industrie automobile et celle de l'outillage et du matriçage font également grand usage des machines simples.
- b) L'étude des leviers nous a permis d'en savoir davantage au sujet du fonctionnement du squelette dans le corps humain. Ces connaissances ont servi à concevoir des membres artificiels et les bras robotisés utilisés dans l'industrie et dans l'espace.

4. Incidences sociales

- a) Les machines constituent le fondement de notre société industrielle. Leur utilisation a augmenté notre productivité et amélioré notre niveau de vie.
- b) Même si les machines présentent de grands avantages, on peut gaspiller de l'énergie en les utilisant sans discernement. Ainsi, les personnes qui prennent automatiquement leur voiture plutôt que de marcher, quand c'est possible, nuisent à leur propre santé.

*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 6.

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- a) les travaux en laboratoire, y compris l'assemblage et l'utilisation de machines simples;
- b) les comptes rendus d'expériences, y compris les mesures;
- c) les calculs simples servant à déterminer l'avantage mécanique que présentent certaines machines simples.

6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Les élèves devraient veiller à ne pas outrepasser la capacité de travail des appareils qu'ils utilisent.
- b) On devrait prendre les précautions nécessaires pour éviter de laisser tomber accidentellement tout objet lourd.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) étudier le principe du levier à l'aide des trois catégories de leviers;
- b) déterminer les avantages mécaniques réel et idéal d'une machine simple (comme un plan incliné ou une poulie) et en calculer l'efficacité;
- c) mesurer l'avantage mécanique d'une bicyclette en passant plusieurs vitesses différentes et comparer l'effet produit en appliquant une même force aux pédales en diverses positions;
- d) étudier un système à courroie ou une boîte de vitesses et expliquer de quelle façon ces dispositifs sont utilisés dans les automobiles et les bicyclettes pour modifier la vitesse et la puissance;
- e) étudier la relation entre l'avantage mécanique idéal et le nombre de câbles supportant la charge dans un système de poulies.

8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Les élèves peuvent donner des exemples d'appareils qu'ils ont déjà utilisés et en expliquer le fonctionnement (un étau, un treuil, un palan, un cric, une poignée de porte ou un hacheviande manuel, par exemple). Si possible, apporter ces appareils en classe.
- b) On ne devrait pas trop insister sur les problèmes mathématiques au cours de la présente unité.
- c) On devrait souligner que les effets de frottement ne sont pas nécessairement négatifs. Par exemple, la force de frottement empêche les vis de se relâcher et la corde d'une poulie, de glisser des mains de l'utilisateur ou de l'utilisatrice.
- d) Des enseignants du secteur technique ou des travailleurs en industrie peuvent être invités à démontrer le fonctionnement de machines simples et à expliquer leur usage sur les lieux de travail et dans des véhicules.
- e) À l'activité 2c, les élèves peuvent mesurer la force nécessaire pour tirer un chariot le long d'un plan incliné et répéter l'opération en retournant le chariot pour démontrer les effets du frottement sur la force appliquée.
- f) À l'activité 2d, on devrait souligner que les poulies sont des machines qui permettent de modifier la direction dans laquelle la force est appliquée.
- g) Le concept de couple ou moment de la force, et le sens des aiguilles d'une montre et sens inverse des aiguilles d'une montre, peuvent être expliqués dans certaines classes. On peut se référer aux couples et aux moments lorsqu'il est question du levier et du treuil.

Unité facultative n° 4

Unité élaborée à l'échelon local

Durée : 14 heures

Cette unité doit être élaborée à l'échelon local, selon les besoins. Elle peut fournir l'occasion d'expliquer les rudiments d'un domaine scientifique que le programme-cadre n'aborde pas, ou d'ajouter de nouveaux objectifs aux unités, permettant ainsi de faire une étude plus approfondie d'une ou de plusieurs parties du cours. Voici des exemples des domaines que l'on peut songer à aborder ou à approfondir :

- ▶ L'agriculture
- ▶ L'astronomie
- ▶ Les carrières scientifiques
- ▶ La continuité
- ▶ La foresterie
- ▶ Les champignons et les plantes simples
- ▶ Les machines
- ▶ La mécanique
- ▶ La séparation des éléments constituants des mélanges
- ▶ Les vibrations et les ondes

Cette unité peut fournir aux élèves une excellente occasion de se lancer dans l'étude d'un domaine scientifique qui les intéresse tout particulièrement; les enseignants doivent approuver le choix des élèves, puis surveiller et évaluer leur travail. Les élèves peuvent travailler individuellement ou en petits groupes. On devrait veiller à ce que le sujet choisi par les élèves ne recoupe pas la matière d'autres cours de sciences qu'ils seraient susceptibles de suivre. Pour entreprendre cette unité, les élèves doivent avoir acquis une certaine expérience des travaux en laboratoire et être au courant des mesures de sécurité à respecter. Si l'on songe à procéder à l'étude d'une série de courts sujets, on peut les intégrer au programme du cours de temps à autre pendant le semestre ou l'année.

Il est prévu que cette unité englobera des composantes semblables à celles des unités obligatoires, notamment les objectifs, les activités des élèves, les applications et les incidences sociales. Il faut joindre le plan de cours de l'unité au programme d'études de l'école et le conserver dans les dossiers afin que les élèves ou les parents qui le désirent puissent le consulter.



Sciences, 10^e année, niveau général (SNC2G)

Unités obligatoires

L'écologie des communautés
Les fonctions animales
La chimie de l'environnement
Le magnétisme et l'électricité
L'utilisation judicieuse des ressources

(80 heures)

Unités facultatives

L'astronomie
Les minéraux et l'exploitation minière
La continuité
Les métaux
Les écosystèmes terrestres et aquatiques
Unité élaborée à l'échelon local

(30 heures)

Unité obligatoire n° 1

L'écologie des communautés

Durée : 16 heures

Tous les organismes vivants font partie d'un écosystème. Quand l'équilibre du système est rompu, il en résulte des difficultés pour l'environnement. Cette unité permettra aux élèves d'apprendre à reconnaître les écosystèmes et leurs composantes, les relations entre ces éléments et la façon dont les organismes doivent s'adapter pour survivre dans leur écosystème.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- ▶ Les écosystèmes et leurs composantes
- ▶ Le rôle des organismes dans un écosystème
- ▶ Les chaînes trophiques
- ▶ Les populations
- ▶ L'influence des êtres humains sur les écosystèmes

1. Objectifs

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- a) à respecter l'équilibre qui existe dans une communauté naturelle (8a);
- b) à s'engager à conserver nos ressources naturelles (3b, 4a, 4b);
- c) à faire preuve d'un esprit de coopération lors des activités de groupe (5c).

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) concevoir un modèle d'écosystème (2a);
- b) créer un écosystème, par exemple, un terrarium ou un aquarium (2a);
- c) utiliser des méthodes reconnues de travail sur le terrain pour recueillir des données en vue d'une analyse (2a, 2b);

- d) faire le schéma de diverses chaînes trophiques à partir des données fournies ou des observations faites sur le terrain et y indiquer la direction du flux d'énergie (2b, 8d);
- e) estimer les populations d'un écosystème à partir du travail sur le terrain ou des données fournies (2b);
- f) consigner les données physiques (abiotiques) d'un écosystème donné (2a, 2b);
- g) identifier (si c'est possible) certains organismes vivant dans des régions données (2a, 2b);
- h) présenter un compte rendu oral ou écrit des observations faites sur le terrain (2a, 2b);
- i) prédire quels effets aura sur un écosystème la modification de certaines de ses composantes (8e);
- j) analyser un écosystème afin de découvrir la nature des organismes présents, la niche qu'ils y occupent et leur abondance relative (2b);
- k) tracer une courbe de données démographiques (2b).

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- a) établir un parallèle entre un modèle d'écosystème et un véritable écosystème (2a, 8c);
- b) nommer les caractéristiques de l'environnement abiotique dans lequel vivent certains organismes (2a);
- c) définir les termes suivants ou en donner des exemples : écosystème, habitat, niche, chaîne alimentaire, chaîne trophique, communauté, population, composante biotique et composante abiotique;
- d) définir les termes suivants ou en donner des exemples : producteur, consommateur, décomposeur, herbivore, carnivore, omnivore, prédateur et proie;
- e) expliquer pourquoi les biologistes prélèvent des échantillons au hasard pour estimer les populations d'un écosystème (2a);
- f) énumérer les facteurs qui limitent les populations;
- g) décrire un ou deux écosystèmes avoisinants;
- h) énoncer les effets qu'aurait sur un écosystème l'ajout ou le retrait d'un ou de plusieurs organismes ou facteurs abiotiques;
- i) expliquer comment le comportement humain peut influer sur l'environnement.

2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- *a) soit (i) créer un modèle d'un écosystème particulier qui inclura des composantes vivantes et des composantes inertes identifiables, puis, à l'aide des composantes du modèle, créer un écosystème dans un aquarium ou un terrarium; soit (ii) sélectionner un endroit précis pour une étude sur le terrain (un parc, un

*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 6.

- champ, une forêt, un boisé, un marais, un étang, une plage, par exemple) et, en ayant recours à des techniques d'échantillonnage reconnues, comme le quadrat et le transect, déterminer quels genres d'organismes forment la communauté de ce secteur (5a, 5b, 8a, 8c);
- *b) analyser les données recueillies en vue d'estimer la population des espèces composant une communauté, illustrer les résultats au moyen de graphiques et formuler des hypothèses à partir des données sur les chaînes alimentaires ou trophiques qui existent dans le secteur étudié (5b);
 - c) rédiger un travail planifié en groupe en se servant de ressources supplémentaires sur un problème écologique local, provincial, fédéral ou international (8b).

3. Applications

- a) Les catastrophes naturelles comme les incendies de forêt et les éruptions volcaniques modifient l'équilibre d'un écosystème, et permettent à de nouvelles espèces de s'y établir.
- b) La connaissance des phénomènes écologiques a amené la restriction de l'importation des plantes et des animaux exotiques et la réglementation du déversement des déchets industriels dans la nature.

4. Incidences sociales

- a) Les activités humaines influent profondément sur les écosystèmes, par exemple, en détruisant l'habitat d'espèces particulières et en améliorant celui d'autres espèces (comme le drainage des marais pour l'expansion urbaine).
- b) Le fait de ne pas s'accorder ou de manquer de renseignements sur la taille des populations et sur les relations entre les diverses espèces d'un écosystème peut conduire à de graves controverses. La chasse au phoque, à Terre-Neuve, et la chasse au loup, en Colombie-Britannique, en sont deux exemples.
- c) On connaît pas encore tous les effets à long terme que peuvent avoir sur les écosystèmes les nouveaux pesticides et herbicides chimiques.

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- a) les expériences en laboratoire ou le travail sur le terrain (la sélection au hasard d'un lieu à étudier, puis la cueillette et l'identification de spécimens, par exemple);
- b) l'analyse de données, de graphiques et de comptes rendus;

*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 6.

- c) la collaboration et les communications orales ou écrites avec les enseignants et les camarades de classe.

6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Les plantes inconnues ne devraient être ni goûtées ni mangées.
- b) Les lieux devraient être examinés avant de procéder aux études sur le terrain afin de repérer toute plante vénéuse.
- c) Les enseignants devraient être informés de toute allergie aux plantes.
- d) Les élèves devraient laver leurs mains après avoir manipulé de la terre ou des plantes.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) analyser le rôle des cycles de la matière dans un écosystème;
- b) étudier les populations et les communautés d'un biome particulier;
- c) approfondir le concept de l'adaptation en considérant des exemples de camouflage et de mimétisme ainsi que des caractéristiques particulières de structure ou de comportement chez des organismes.

8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Si possible, l'unité entière devrait être fondée sur le travail sur le terrain. Les enseignants peuvent organiser une longue excursion ou, au besoin, utiliser le terrain de l'école ou un parc de la région.
- b) L'utilisation de films, de films fixes, de jeux, de coupures de journaux et d'autres renseignements utiles tirés des médias enrichirait le contenu de l'unité.
- c) On pourrait amorcer la création d'un modèle d'écosystème en demandant aux élèves d'imaginer quels sont les besoins d'un organisme comme la sauterelle ou la souris se trouvant dans un contenant vide et scellé. Les substances et les conditions dont a besoin l'organisme pour survivre pendant un longue période peuvent être nommées, puis ajoutées au modèle.
- d) Demander aux élèves de discuter du flux de matière et d'énergie auquel donnent lieu leurs propres activités quotidiennes. L'unité obligatoire n° 5 de 9^e année, «Les plantes vertes», pourrait servir de référence pour cette activité.
- e) Les jeux écologiques, qui se jouent sur un tableau ou à l'aide d'un ordinateur, peuvent inciter les élèves à améliorer leur aptitude à résoudre des problèmes.
- f) Tout au long de l'unité, on insistera sur le fait que chaque individu est responsable de la protection de l'environnement.

Unité obligatoire n° 2

Les fonctions animales

Durée : 16 heures

Les animaux sont des consommateurs qui ont besoin d'une source d'énergie ou de nourriture extérieure. Chacun d'eux est pourvu de systèmes spécialisés lui permettant de s'alimenter et de transformer la nourriture. Au cours de cette unité, les élèves étudieront les appareils respiratoire et digestif de plusieurs organismes, dont ceux du corps humain. Les expériences de laboratoire constituent le point de départ et le fondement de ces études. Certains aspects de cette unité peuvent faire partie du programme de santé de l'école. Les enseignants devraient planifier ensemble les programmes de santé et de sciences de façon qu'ils se complètent et que toute matière qui se recoupe soit traitée selon les perspectives propres à chacun des programmes.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- ▶ L'oxygène et la nourriture, éléments essentiels à la vie
- ▶ Les échanges gazeux
- ▶ L'appareil respiratoire
- ▶ L'appareil circulatoire
- ▶ L'appareil digestif
- ▶ L'excrétion des déchets de la respiration

1. Objectifs

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- a) à constater la complexité du corps humain (8a, 8b);
- b) à considérer les conséquences que peuvent avoir sur leur organisme les habitudes alimentaires ainsi que la consommation d'alcool, de tabac ou d'autres drogues (2e, 3b, 3c, 4a);

- c) à reconnaître l'importance du régime alimentaire et l'exercice physique dans le maintien ou l'amélioration de la santé (2e, 3c, 3d, 4a);
- d) à adopter une attitude critique à l'égard des étiquettes fournissant des renseignements sur les éléments nutritifs des produits alimentaires (3a).

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) réaliser une expérience permettant de mesurer leur capacité pulmonaire vitale (2a);
- b) réaliser une expérience visant à déceler la présence de gaz carbonique et d'eau dans l'air exhalé (2b);
- c) disséquer un spécimen conservé, comme un ver de terre, un insecte ou un vertébré, en vue d'observer les systèmes étudiés (2c);
- d) indiquer sur un ou plusieurs diagrammes le nom des principaux organes de la digestion, de la circulation, de la respiration et de l'excrétion chez l'animal disséqué (2d, 5b, 8d);
- e) suivre le parcours de la nourriture dans le tube digestif de l'organisme disséqué (2c);
- f) indiquer sur un diagramme le nom des composantes des appareils respiratoire et digestif chez les humains;
- g) réaliser une expérience visant à démontrer le rôle des enzymes dans la digestion (2d).

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- a) se rappeler que la cellule est l'unité structurale de base grâce à laquelle l'énergie chimique est libérée sous différentes formes;
- b) différencier les gaz présents dans l'air inspiré et dans l'air exhalé (2b);
- c) décrire les fonctions du diaphragme, des muscles de la cage thoracique, des fosses nasales, des cils, du mucus, du pharynx, de la trachée, de l'épiglotte, des bronches, des bronchioles et des alvéoles;
- d) expliquer la façon dont l'appareil circulatoire transporte les gaz et les substances nutritives;
- e) suivre le parcours d'une goutte de sang dans le cœur humain, de la veine cave à l'aorte;
- f) comparer les modes d'adaptation de l'appareil respiratoire à l'environnement chez des organismes comme le ver de terre, la grenouille et l'être humain (8d);
- g) décrire les effets sur l'appareil respiratoire de l'un des troubles suivants (étudier au moins deux cas) : rhume, influenza, bronchite, coqueluche, asthme, laryngite, pneumonie, tuberculose, pleurésie, emphysème et cancer;
- h) énumérer au moins trois façons dont le tabac endommage l'appareil respiratoire (8b);
- i) expliquer pourquoi la digestion est nécessaire;

- j) décrire le rôle des organes suivants dans la digestion : bouche, glandes salivaires, oesophage, estomac, intestin grêle, gros intestin, foie, vésicule biliaire et pancréas (2d);
- k) décrire les effets sur l'appareil digestif de l'un des troubles suivants (étudier au moins deux cas) : pyrosis, ulcère, calcul biliaire, cirrhose, jaunisse, hépatite, diabète, appendicite, diarrhée et constipation;
- l) décrire quelques-uns des modes d'adaptation de l'appareil digestif à l'environnement chez des organismes comme le ver de terre, la grenouille et l'être humain;
- m) décrire le rôle des poumons, de la peau et des reins dans le processus d'excrétion des déchets produits par la respiration.

2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- *a) étudier la relation entre leur capacité pulmonaire vitale et des facteurs comme le sexe, la masse et l'effet de l'exercice physique;
- *b) réaliser un test permettant de déceler la présence de gaz carbonique et d'eau dans les gaz exhalés (8c);
- *c) disséquer un organisme pour illustrer les principaux organes de la digestion, de la circulation, de la respiration et de l'excrétion (5b, de 6c à 6e, 8d, 8g);
- *d) montrer de façon expérimentale que les enzymes sont responsables de la digestion des molécules comme l'amidon en les transformant en molécules plus petites comme le sucre (5a, 8e);
- e) dresser une liste des substances et des habitudes de vie qui sont bénéfiques ou nuisibles à leurs appareils digestif et respiratoire (8f).

3. Applications

- a) Les étiquettes fournissent des renseignements importants sur les ingrédients et les éléments nutritifs des produits alimentaires.
- b) S'ils connaissent le fonctionnement de l'appareil respiratoire, les élèves seront peut-être davantage portés à ne pas fumer et à se protéger des gaz nocifs.
- c) S'ils ont des notions de nutrition et comprennent le fonctionnement de l'appareil digestif, les élèves seront peut-être davantage portés à choisir un régime alimentaire équilibré.
- d) Le cœur est un muscle qui fonctionne mieux si on lui fait faire de l'exercice de façon régulière.

4. Incidences sociales

- a) Les gens qui choisissent d'accorder de l'importance à leur régime alimentaire (quantité et qualité), font régulièrement de l'exercice et ne consomment pas de tabac, d'alcool ni de médicaments vendus sans ordonnance, augmentent leurs chances de vivre en bonne santé.
- b) On ne connaît pas tous les effets à long terme de certains additifs alimentaires et polluants atmosphériques sur la santé humaine.
- c) On utilise des substances comme les pesticides et les hormones pour améliorer les récoltes et le rendement des troupeaux.
- d) Les spécimens utilisés lors des dissections sont souvent prélevés dans leur habitat naturel. Il nous incombe de limiter cette pratique le plus possible et de nous assurer qu'elle ne menace pas les populations naturelles.

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- a) les travaux de laboratoire, par exemple, une démonstration de l'effet des enzymes sur l'amidon;
- b) l'identification des structures dans un organisme disséqué;
- c) les comptes rendus, les dessins et les notes.

6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Rincer les spécimens conservés avant de les manipuler.
- b) Les élèves devraient laver leurs mains après avoir manipulé des produits chimiques et des spécimens conservés.
- c) Employer correctement les instruments de dissection comme les pinces, les chevilles en T, les sondes et les ciseaux. N'utiliser les scalpels que lorsque c'est absolument nécessaire et sous surveillance directe.
- d) Le biuret contient de l'hydroxyde de sodium et ne devrait pas entrer en contact avec la peau.
- e) Porter des lunettes de protection appropriées pendant les dissections.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) mesurer la capacité pulmonaire de plusieurs autres élèves en vue de vérifier certaines hypothèses émises sur les différences qui existent au sein d'une population;
- b) discuter de l'effet de la taille des particules sur le rythme de la digestion; en faire la démonstration ou réaliser des expériences à ce sujet;
- c) rédiger une courte allocution (ou une courte lettre) ou dessiner une affiche visant à décourager leurs camarades de fumer.

8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Susciter l'intérêt des élèves à l'égard du fonctionnement des appareils respiratoire et digestif en leur demandant de nommer les maladies et les troubles dont ces derniers peuvent être atteints.
- b) Parler d'abord du fonctionnement normal de l'organe ou de l'appareil avant de traiter de son état pathologique.
- c) Pour l'activité 2b, demander aux élèves d'inspirer et d'expirer dans un petit sac en plastique contenant quelques gouttes de bleu de bromothymol ou d'eau de chaux. Les élèves devraient utiliser leurs connaissances sur la respiration cellulaire et sur le test du gaz carbonique pour prédire les résultats.
- d) Pendant que les élèves pratiquent une dissection, on devrait leur poser des questions pour attirer leur attention sur les fonctions des différents organes, sur les adaptations spéciales ainsi que sur les similitudes et les différences entre les organismes. Des certificats pourraient être remis aux élèves ayant réussi les diverses étapes de la dissection. Insister sur l'importance du respect de la vie et sur le fait que l'on ne devrait avoir recours à la dissection que lorsque c'est nécessaire.
- e) Au cours de l'activité 2d, qui est consacrée à l'action des enzymes, insister sur la nécessité d'un contrôle et sur les distinctions existant entre l'observation et la déduction.
- f) Pour l'activité 2e, faire travailler les élèves en groupe. Attribuer des points aux divers facteurs notés et inviter les élèves à évaluer leurs propres habitudes de vie. Cette évaluation devrait être personnelle et ne pas mettre les élèves dans l'embarras.
- g) En vue d'illustrer les appareils étudiés, on pourrait se procurer des organes chez le boucher (des poumons de porc, un cœur, des reins et des tripes de boeuf, par exemple).

Unité obligatoire n° 3

La chimie de l'environnement

Durée : 16 heures

Depuis la Deuxième Guerre mondiale, des milliers de nouveaux produits chimiques ont été fabriqués pour de multiples usages industriels, agricoles et médicaux. Nombre de ces produits sont libérés dans l'environnement, et leurs effets à long terme sur celui-ci sont inconnus. La compréhension de certains aspects de la chimie de l'environnement permettra aux élèves de faire un choix personnel quant à l'utilisation des produits chimiques et de porter un regard critique sur l'usage de ces produits dans l'industrie.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- ▶ Les acides et les bases
- ▶ La pollution atmosphérique
- ▶ La pollution de l'eau
- ▶ La lutte contre la pollution

1. Objectifs

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- a) à prendre conscience du fait que les techniques peuvent causer certains problèmes environnementaux et en résoudre d'autres (3a, 3b, 4a);
- b) à s'intéresser aux avantages économiques et aux problèmes écologiques résultant des processus industriels ou agricoles (de 4a à 4c);
- c) à s'engager à maintenir l'environnement propre (3b, 4a).

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- analyser des substances afin de déterminer s'il s'agit de bases ou d'acides (2a);
- analyser dans le même but certains produits d'usage courant (le vinaigre, la soude caustique, l'ammoniaque, le nettoyeur à four et le poli à meuble, par exemple) (2a);
- observer, par le biais de simulations, les effets qu'ont les produits chimiques sur l'environnement (2b, 2c, 2f);
- analyser des échantillons d'eau (2d, 2e);
- manipuler les produits chimiques contenus dans les trousseaux d'analyse de l'eau (2d, 2e);
- compiler les résultats des analyses de l'eau (2d, 2e).

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- expliquer, uniquement par des définitions opérationnelles, la différence entre un acide et une base (2a);
- donner des exemples de polluants et indiquer leurs sources, leurs effets possibles sur les organismes vivants et les moyens de les éliminer (5c);
- discuter de la pollution thermique par rapport à la concentration d'oxygène dissous qui est nécessaire à la vie aquatique (2d);
- décrire les effets des acides et des bases sur du papier de tournesol, du bleu de bromothymol et de la phénolphtaléine (2a);
- décrire les effets des précipitations acides sur le lessivage des sols (2c, 8c);
- décrire les différents effets des précipitations acides sur les lacs dont l'eau est dure et ceux dont l'eau est douce (2f, 8c);
- expliquer comment les conditions atmosphériques peuvent accélérer ou ralentir la dispersion des polluants atmosphériques.

2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- vérifier l'effet d'une solution aqueuse d'acide sulfureux sur la phénolphtaléine, sur du papier de tournesol et sur du bleu de bromothymol, puis effectuer des analyses de pH sur divers produits ménagers pour déterminer s'ils sont acides ou basiques (6b, 6c);
- produire de l'anhydride sulfureux en faisant brûler du soufre dans une bouteille collectrice de gaz contenant une petite quantité d'eau, puis analyser la solution qui en résulte à l'aide d'un indicateur acido-basique (6a, 6c);

- vérifier la qualité du sol (concentration d'azote, de phosphore et de potassium) avant et après l'écoulement d'acide sulfureux (6b, 6c, 8a);
- analyser des échantillons d'eau pour déterminer la concentration d'oxygène dissous (6b, 8a);
- comparer la qualité de l'eau du robinet avec celle de l'eau d'un ruisseau, d'un lac ou d'une rivière de la région en faisant des analyses en vue de déterminer le pH, la dureté, l'alcalinité, la turbidité et la couleur (6b, 8a, 8e);
- au moyen de simulations expérimentales, comparer les effets des précipitations acides sur le pH d'une eau douce et sur celui d'une eau dure (6b, 6c, 8c).

3. Applications

- L'analyse de l'eau des puits et des usines de traitement de l'eau permet de maintenir une qualité de l'eau acceptable.
- On surveille la pollution atmosphérique afin de prévenir la population des risques que celle-ci présente pour la santé, en particulier dans les zones fortement industrialisées.

4. Incidences sociales

- En connaissant mieux les polluants de l'environnement, nous prendrons peut-être davantage conscience du fait que nous devons éviter de faire un usage excessif de diverses substances (les engrains, les herbicides, les pesticides et l'essence au plomb, par exemple).
- Puisque la pollution de l'eau et de l'air franchit les frontières, il est important d'établir de bonnes relations internationales (entre le Canada et les États-Unis, et entre la Grande-Bretagne et le reste de l'Europe, par exemple) afin de résoudre des problèmes communs.
- Le public étant davantage conscient de la pollution environnementale, les gouvernements pourraient être amenés à imposer des mesures de contrôle visant à sauvegarder l'environnement. De sérieuses restrictions pourraient toutefois toucher les industries qui fournissent de l'emploi à de nombreuses personnes.

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- les travaux de laboratoire, par exemple, les tests pour déceler la présence d'acides et de bases;
- les notes de cours et les comptes rendus d'expériences;
- les listes de polluants, leurs sources, leurs effets sur les organismes vivants et les moyens de lutter contre la pollution.

*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 6.

Unité obligatoire n° 4**6. Mesures de sécurité à envisager**

- a) L'expérience portant sur la production d'anhydride sulfureux, à l'activité 2b, devrait être réalisée dans un local bien aéré; s'il est impossible de bien ventiler la pièce, faire une démonstration.
- b) Les élèves devraient laver leurs mains après avoir manipulé des produits chimiques, de la terre et de l'eau non traitée.
- c) Avertir les élèves de ne pas laisser les acides ou les bases entrer en contact avec la peau ou les vêtements.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) visiter une usine de traitement des eaux usées et rédiger un rapport sur son exploitation;
- b) s'adresser à la Direction des ressources en eau du ministère de l'Environnement pour obtenir des renseignements sur la variation, tout au long de l'année, de la concentration d'oxygène dissous dans un ruisseau ou un lac de la région, puis utiliser ces données pour étudier l'effet de la température sur cette concentration;
- c) étudier les techniques utilisées par les agriculteurs et les industries de la région pour prévenir ou éliminer la pollution;
- d) utiliser une trousse d'analyse de l'eau pour détecter la présence de divers métaux lourds (le mercure, le plomb, le zinc, l'argent et le nickel, par exemple) dans l'eau d'un ruisseau, d'une rivière ou d'un lac de la région.

8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) On peut obtenir diverses troupes d'analyse de l'eau et du sol chez des fournisseurs commerciaux.
- b) Les élèves pourraient faire un album sur des questions environnementales touchant la région.
- c) On peut consulter des journaux et des revues pour y recueillir des données à jour sur les précipitations acides et autres polluants, puis en discuter en classe.
- d) Inviter des professionnels à discuter d'un problème ou d'une décision concernant l'environnement de la région.
- e) Des élèves pourraient réaliser un travail sur la pollution de l'environnement et présenter le fruit de leurs recherches au reste de la classe. Par exemple, on doit maintenant protéger les lacs et les rivières contre les effluents nocifs et les polluants atmosphériques; l'eau du robinet doit être transportée et traitée; et la purification de l'eau coûte cher. Les élèves peuvent se renseigner et exprimer leur opinion sur ces questions.

Le magnétisme et l'électricité

Durée : 16 heures

Aujourd'hui, l'électricité ainsi que les machines et les appareils électriques font tellement partie de notre vie que la plupart des gens ne peuvent imaginer vivre sans eux. Cette unité fournira aux élèves l'occasion d'étudier les effets électriques des charges statiques, les sources de l'électricité qu'ils utilisent tous les jours et les circuits simples. Ils apprendront aussi à se servir de façon sécuritaire des appareils électroménagers.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- ▶ L'électricité statique
- ▶ L'électricité dynamique
- ▶ Les applications et usages de l'électricité
- ▶ Le magnétisme et l'électromagnétisme
- ▶ La production d'électricité

1. Objectifs

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- a) à s'intéresser aux diverses façons de produire de l'électricité (3a, 3b);
- b) à prendre conscience du fait qu'il est important d'utiliser l'électricité de façon sécuritaire (de 6c à 6e, 8a);
- c) à s'intéresser à la conservation et à l'utilisation rationnelle de l'électricité (4a, 4b).

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) présenter, sous forme de tableau, les renseignements tirés des expériences sur l'électricité statique et les piles chimiques (2a, 2b);
- b) fabriquer des piles chimiques à partir de divers matériaux (2b);
- c) mesurer des courants et des tensions électriques (2b, 2e, 2h);
- d) monter un circuit en série et un circuit en parallèle simples (2f);
- e) interpréter et utiliser les renseignements fournis sur les plaques signalétiques des appareils électriques (2j).

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- a) énoncer les effets que des objets chargés ont les uns sur les autres et sur des matières neutres (2a, 8b);
- b) expliquer de quelle façon on fabrique une pile chimique (2b);
- c) décrire l'effet des aimants sur diverses matières (de 2c à 2e, 8c);
- d) décrire les effets magnétiques produits par le passage d'un courant électrique dans un conducteur (2g, 2h, 8e);
- e) expliquer la façon dont on produit un courant électrique à l'aide d'un conducteur et d'un aimant (2i, 8e);
- f) expliquer comment vérifier le courant électrique et la tension d'un circuit (2f, 8d);
- g) comparer un circuit en série avec un circuit en parallèle (2f, 8d);
- h) établir la distinction entre un moteur et une génératrice (2h, 2i, 8e);
- i) décrire comment se produit la surcharge d'un circuit (2j, 8f);
- j) répertorier et expliquer brièvement les diverses sources d'énergie pouvant produire de l'électricité.

2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- *a) créer des charges statiques sur un certain nombre d'objets, par exemple, des balles de bureau, des électroscopes à feuilles de métal, des tiges d'ébonite ou de verre; tenter de produire une décharge électrique au sol à l'aide de divers conducteurs et isolants; étudier les effets que des objets chargés ont les uns sur les autres et sur des matières neutres (petits morceaux de papier, poussière de craie ou fumée, par exemple) (8b);
- *b) fabriquer un certain nombre de piles chimiques à partir de divers liquides et métaux; mesurer la tension de chaque pile à l'aide d'un voltmètre (6a, 6c, 8a);
- c) observer les effets d'un aimant droit sur de la limaille de fer lorsque l'aimant et la limaille sont séparés par différentes matières (du papier paraffiné, du verre, des plaques de métal, de la toile métallique, par exemple);

- d) fabriquer un aimant en remplissant une éprouvette à moitié avec de la limaille de fer, puis frotter l'éprouvette dans une direction à l'aide du pôle nord d'un aimant droit; mesurer la polarité à l'aide d'une boussole et répéter l'opération après avoir agité l'éprouvette;
- e) observer les effets des aimants sur des cassettes vierges, sur des bandes magnétiques déjà enregistrées et sur les haut-parleurs d'un poste de radio allumé (6b, 6d, 8c);
- *f) connecter plusieurs ampoules électriques en série et en parallèle à une source de courant continu de faible tension; comparer la tension et le courant de ces circuits; dévisser une ampoule de chaque circuit et observer ce qui se produit (5a, 6c, 6d, 8d);
- g) utiliser un fil de cuivre isolé à grande épaisseur, une boussole et une source de courant continu pour observer les effets magnétiques d'un conducteur d'électricité; répéter l'opération en utilisant une bobine; fabriquer un électro-aimant simple (6d, 8e);
- h) observer le mouvement que produit le passage d'un courant électrique dans un conducteur suspendu entre les pôles d'un aimant en fer à cheval (6d, 8e);
- i) utiliser un fil métallique simple connecté à un galvanomètre sensible pour observer le courant produit quand le fil traverse rapidement un champ magnétique fort; répéter l'activité en faisant traverser le champ magnétique par une bobine (8e);
- *j) prendre note des renseignements figurant sur les plaques signalétiques de plusieurs appareils électriques utilisés à la maison et à l'école; les présenter sous forme de tableau; calculer à partir de ces données quels appareils peuvent être utilisés en même temps sans qu'il y ait surcharge (8f).

3. Applications

- a) Les piles sont une source d'énergie aux multiples applications (automobiles, appareils d'éclairage, jouets, calculatrices, radios portatives, détecteurs de fumée, montres, par exemple).
- b) La relation qui existe entre l'électricité et le magnétisme est utilisée dans les moteurs, les génératrices, les électro-aimants, les haut-parleurs et les transformateurs.
- c) Pour éliminer les polluants véhiculés par la fumée, on peut se servir, par exemple, d'un appareil électrostatique de précipitation qui attire les particules de polluants. Les purificateurs d'air créent une charge électrique qui attire les particules de fumée et de poussière contenues dans l'air.

*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 6.

4. Incidences sociales

- a) Les principaux modes de production d'électricité ont tous des effets sur l'environnement : l'énergie hydroélectrique nécessite souvent la construction de barrages; lorsqu'ils sont brûlés, les combustibles fossiles polluent habituellement l'air et l'eau; la production d'énergie nucléaire laisse des déchets radioactifs.
- b) L'utilisation de l'électricité a transformé tous les aspects de notre vie, à la maison, à la ferme et au travail.

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les deux composantes suivantes :

- a) les travaux de laboratoire (le montage d'un circuit, par exemple);
- b) les notes de cours et les comptes rendus d'expériences.

6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Mettre les élèves en garde contre l'effet corrosif de certains produits chimiques. Éviter tout contact avec la peau et les vêtements. Si besoin est, porter des lunettes de protection.
- b) En procédant à la démonstration des effets d'un aimant sur un haut-parleur de radio ou sur une cassette, s'assurer de ne pas provoquer une mise à la terre accidentelle en mettant l'aimant en contact avec un fil sous tension. Il vaut mieux utiliser un petit poste de radio à piles plutôt qu'un poste branché sur un circuit domestique.
- c) Lorsque les élèves se servent d'un appareil de mesure électrique, on devrait leur demander de s'assurer que la gamme du compteur correspond au circuit vérifié.
- d) Il ne faut pas utiliser un courant alternatif de 110 V dans le cadre des expériences de laboratoire de cette unité. Utiliser plutôt des sources de courant de faible tension.
- e) Prévenir les élèves de ne pas toucher les conducteurs qui transportent de forts courants, car ils peuvent être extrêmement chauds.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) étudier pourquoi l'électricité statique fait coller certains vêtements et chercher comment les tissus et les dispositifs antistatiques en réduisent l'effet sur les disques et les sécheuses;
- b) construire un modèle de circuit domestique (par exemple, une douille mise à la terre et opérée à partir d'un commutateur ou d'une prise de courant double à trois broches);

- c) fabriquer un moteur simple à courant continu et expliquer son fonctionnement;
- d) étudier la structure des fiches mâles et femelles, des douilles, des disjoncteurs, des fusibles et des connecteurs commerciaux, et expliquer ou démontrer leur utilisation en fabriquant des circuits simples.

8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) On devrait constamment insister sur les mesures de sécurité à prendre lorsqu'on se sert de l'électricité. Les élèves devraient comprendre les principes sur lesquels se fondent les mesures prescrites.
- b) Les élèves devraient apprendre que l'électricité circule dans les conducteurs, mais ne traverse pas les isolants, et que les fils de terre suppriment les charges statiques superflues. On pourrait également traiter du blindage et de la mise à la terre d'un ordinateur. Les élèves devraient aussi vérifier la loi fondamentale de l'attraction et de la répulsion électrostatiques.
- c) L'étude des effets des aimants sur les bandes magnétiques peut comprendre la fabrication de dispositifs pour en assurer l'entreposage.
- d) Lors de l'étude des circuits en parallèle, on devrait insister sur le fait que la connection en parallèle des charges est la méthode habituellement utilisée dans les maisons. On pourra faire une démonstration de l'importance des circuits normaux et des circuits écourtés, et discuter de la fonction des fils de terre.
- e) Si les élèves ne font pas les activités 2g à 2i, démontrer les effets électromagnétiques. Un bloc d'alimentation en courant continu capable de fournir un fort courant peut être utilisé. Il n'est pas nécessaire d'enseigner les règles des mains droite et gauche, qui ne sont exigées que pour les cours de physique du cycle supérieur.
- f) L'étude de la puissance ou de l'intensité nominale affichée sur les plaques signalétiques de divers appareils électriques permettra aux élèves de comprendre comment éviter une surcharge des circuits domestiques. La formule *puissance (watts) = tension (volts) × courant (ampères)* peut être utilisée pour calculer le courant consommé par un appareil en particulier. On ne devrait cependant pas trop insister sur ces calculs.

Unité obligatoire n° 5

L'utilisation judicieuse des ressources

Durée : 16 heures

Les humains consomment les ressources naturelles de la terre à un rythme alarmant; si cette situation persiste, les réserves de certaines ressources seront très réduites. Cette unité traitera de l'épuisement des ressources non renouvelables et de la création de sous-produits non désirés. On abordera aussi la notion d'une société de conservation et on aidera les élèves à analyser comment la société et eux-mêmes consomment de l'énergie et des ressources naturelles.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- ▶ L'énergie : types, sources et mesures
- ▶ Les systèmes énergétiques
- ▶ Les procédés industriels et la consommation d'énergie
- ▶ La conservation de l'énergie et des ressources

1. Objectifs

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- a) à comprendre comment l'énergie et les ressources naturelles contribuent à nous assurer un niveau de vie élevé (4a);
- b) à fonder leur propre utilisation de l'énergie et des ressources naturelles sur les principes d'une société de conservation (2b, 3b).

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) analyser les genres de transformations énergétiques qui ont lieu lors de certaines activités courantes comme griller du pain, utiliser une tondeuse à gazon électrique et déclencher une sonnerie antivol (2a);

- b) prendre des décisions raisonnées et intelligentes au sujet de leur propre utilisation de l'énergie et des ressources (2b);
- c) à l'aide de tableaux et de graphiques, noter et illustrer certains faits se rapportant à la consommation d'énergie (2b, 2c);
- d) déterminer des variables (2c);
- e) élaborer un rapport sur la réduction de la consommation d'énergie (2g).

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- a) donner une définition opérationnelle de l'énergie;
- b) donner une définition opérationnelle d'un *système énergétique* (2a);
- c) analyser un système énergétique simple en comparant l'énergie qu'il reçoit, celle qui est prévue à la sortie et les pertes énergétiques (2a);
- d) faire la distinction entre les sources d'énergie renouvelables et les sources d'énergie non renouvelables et donner des exemples de chacune des deux catégories;
- e) expliquer le concept de société de conservation;
- f) décrire comment on mesure l'énergie consommée à la maison et dans les véhicules (2b, 8a);
- g) décrire six façons de réduire la consommation d'énergie et l'utilisation des ressources (2b, 5d, 8d);
- h) décrire les conséquences d'une croissance exponentielle de la consommation en système clos;
- i) dresser la liste des principales sources d'énergie utilisées de nos jours en Ontario;
- j) décrire les étapes menant à la transformation d'au moins une ressource non renouvelable en produit manufacturé, l'énergie utilisée lors de cette opération, les résidus auxquels elle donne lieu ainsi que les possibilités d'emploi qu'offre cette industrie.

2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- *a) étudier plusieurs «systèmes» assemblés en laboratoire comme un accumulateur et un moteur, une photopile solaire, une lampe de poche ou un radiomètre, puis décrire les transformations énergétiques qui s'y déroulent (5c, 6a);
- b) calculer et noter leur propre consommation d'énergie (mazout, gaz et électricité) pour une période donnée; le travail devrait se faire à l'aide de compteurs, de tables de données et de plaques signalétiques d'appareils électriques (5a, 8a);
- c) étudier le flux de chaleur qui traverse différentes matières isolantes, déterminer des variables, énoncer des hypothèses et noter les résultats (8b);

*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 6.

- d) à l'aide d'une «recette» et des matières premières que l'on peut se procurer, fabriquer une ou deux des substances suivantes : nylon, verre, papier, colorants, colle, produits de beauté, aspirine, savon, caoutchouc, métal ou crème glacée; faire un rapport sur l'énergie et les matières premières utilisées, les nouvelles substances obtenues et les résidus pour chacun des procédés (6, 8c);
- e) recycler du vieux papier journal (6c);
- f) étudier le fonctionnement d'un capteur solaire simple; comparer la quantité d'énergie qu'absorbe une surface brillante et celle que capte une surface sombre; étudier l'effet de la variation de l'angle du rayonnement incident;
- *g) faire une recherche à la bibliothèque sur un type d'énergie important (le mazout, le gaz naturel, le charbon, la fission nucléaire, l'énergie solaire, l'eau, par exemple) depuis sa source jusqu'au consommateur, ou la comparaison des procédés de recyclage de l'aluminium et des bouteilles de verre (8d).

3. Applications

- a) Les manufacturiers s'efforcent constamment de réduire la perte d'énergie provoquée par le processus de fabrication.
- b) De nombreuses personnes participent à des programmes de recyclage visant la conservation des ressources naturelles.

4. Incidences sociales

- a) Comme nous pouvons nous alimenter en électricité et en produits pétroliers à bas prix, notre niveau de vie s'en trouve grandement amélioré. Les consommateurs tendent cependant à gaspiller.
- b) L'élimination des ordures ménagères devient de plus en plus difficile et elle fait l'objet de vives controverses à mesure que les lieux d'enfouissement se remplissent. On encourage le recours à des processus de recyclage en vue de réduire la quantité de déchets dont il faut se débarrasser.

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les quatre composantes suivantes :

- a) les relevés de la consommation d'énergie de l'élève ou de sa famille pour une période donnée;
- b) les travaux de laboratoire (par exemple, la fabrication d'une substance à partir de matières premières);
- c) l'analyse des transformations énergétiques qui se produisent dans la vie courante;
- d) un exposé (présenté oralement, par écrit ou sous forme de graphique) sur les façons de réduire notre consommation de ressources énergétiques naturelles.

6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Prendre les mesures de sécurité appropriées lors de l'utilisation d'une flamme non protégée et d'appareils électriques.
- b) Informer les élèves des précautions à prendre lors de la fabrication d'une substance donnée.
- c) Porter des lunettes de protection lors du chauffage ou du mélange de produits chimiques.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) comparer plusieurs produits de consommation en fonction de l'énergie et des ressources nécessaires à leur fabrication, de l'élimination des sous-produits, de l'énergie que requiert leur utilisation et des avantages que les produits en question présentent pour la société;
- b) à l'aide des données existantes, établir un plan visant à réduire la consommation d'énergie dans une famille et dresser la liste des prévisions en termes d'application et d'économies;
- c) comparer la valeur R de matières communes et appliquer ces données à un bref rapport sur l'isolation des immeubles;
- d) prévoir les réserves futures de ressources naturelles à l'aide de tables de données sur les réserves connues et de graphiques établissant l'estimation de la consommation; on peut réaliser ce travail sous forme d'une simulation par ordinateur.

Unité facultative n° 1

L'astronomie

Durée : 15 heures

8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Au début de l'unité, aider les élèves à établir les méthodes et les tableaux dont ils ont besoin pour noter leur consommation d'énergie ou celle de leur famille.
- b) Les élèves peuvent construire un modèle de maison à l'aide de boîtes en carton. Les murs, le plancher et le plafond peuvent être isolés à l'aide d'une matière comme le polystyrène. Un objet chauffé (un bêcher d'eau chaude, par exemple) pourrait être placé à l'intérieur de la maison et la température, mesurée au bout d'un certain temps. On peut répéter l'opération en plaçant la source de chaleur à l'extérieur de la maison. On peut employer diverses matières isolantes, par exemple, la vermiculite, l'air et le verre ainsi que les fibres minérales ou cellulaires. Si l'on doit comparer les divers types d'isolation, construire le modèle de maison de façon qu'il puisse recevoir les mêmes épaisseurs d'isolant. On pourra discuter des avantages et des inconvénients des divers types d'isolation et insister sur l'importance de réduire les courants d'air.
- c) Lors de l'activité 2d, utiliser des produits fabriqués par les industries locales s'il est possible de se les procurer.
- d) On peut parfois obtenir des jeux de brochures à usage scolaire auprès des organismes gouvernementaux, des sociétés de conservation, des compagnies pétrolières ou minières et des industries locales.
- e) Inviter des professionnels de la région à parler des procédés industriels et des transformations énergétiques qu'ils comportent.
- f) La publication du ministère de l'Éducation de l'Ontario, *Énergie et société. Guide de l'enseignant*, contient de nombreuses suggestions qui peuvent rehausser l'intérêt de la présente unité.

L'astronomie est le domaine du savoir qui porte sur l'univers situé au-delà de l'atmosphère terrestre. L'astronomie intéresse jeunes et moins jeunes; elle est à la portée de tous, en partie parce qu'elle est passionnante et, partant, d'actualité, et que chacun peut apprécier les beautés de la voûte céleste. L'astronomie est le loisir de prédilection de milliers de Canadiens et elle procure de l'emploi à de nombreuses personnes. Dans cette unité, nous insisterons sur deux des aspects de l'astronomie convenant le mieux aux élèves suivant une formation générale en sciences : l'observation du ciel et la connaissance des progrès actuels de l'astronomie, tels que rapportés par les journaux et d'autres sources secondaires. On mettra donc l'accent sur l'astronomie en tant que loisir et activité d'observation plutôt que discipline scolaire. Les élèves seront appelés à développer les aptitudes suivantes : observation, prise de notes, lecture, rédaction et expression orale.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- ▶ Les mouvements célestes
- ▶ Le système solaire
- ▶ Au-delà du système solaire

Il est également possible de choisir les sujets suivants :

- ▶ L'observation du ciel, de jour et de nuit
- ▶ L'état des connaissances et des progrès en astronomie

1. Objectifs

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- a) à prendre conscience de l'immensité et de la beauté de l'univers ainsi que de la diversité des objets qu'il renferme (2a, 2b, de 2f à 2h);
- b) à se rendre compte que l'astronomie progresse avant tout par l'observation et non par l'expérimentation (2i);
- c) à prendre conscience de l'ordre qui existe dans l'univers et du fait que nos connaissances ont été acquises par l'étude scientifique;
- d) à se rendre compte que notre compréhension de l'univers représente l'état actuel de nos connaissances et que certains aspects de cette compréhension peuvent changer, à mesure que nos connaissances augmentent (2i, 2j);
- e) à s'intéresser à l'univers et aux objets qui s'y trouvent (2i, 2j, 3c, de 4e à 4g);
- f) à prendre conscience du rôle des divers médias et des techniques qu'ils utilisent pour nous informer des découvertes et des progrès scientifiques (2i, 2j, 4b);
- g) à se faire une meilleure opinion d'eux-mêmes, par suite d'une meilleure connaissance de l'univers.

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) concevoir et tenir un journal de leurs observations astronomiques selon les méthodes appropriées (de 2a à 2c, 2e, 2f, de 8b à 8h);
- b) utiliser une carte du ciel simplifiée pour localiser les astres dans le ciel nocturne (2f, 8b, 8d, 8g);
- c) faire des relèvements (directions de compas) en fonction de la position des étoiles, la nuit, et du Soleil, le jour (2e);
- d) illustrer et expliquer les phases de la Lune à l'aide d'une maquette rudimentaire (2c, 8f, 8h);
- e) effectuer des expériences simples pour étudier l'apparence ou les propriétés du Soleil (2h);
- f) examiner et interpréter des photographies de corps célestes (2d);
- g) visualiser les positions relatives des astres dans l'univers et la distance qui les sépare (2g);
- h) lire, interpréter et évaluer des articles de journaux ou de revues sur les progrès récents en astronomie (2i, 2j, de 8k à 8n);
- i) préparer et présenter, verbalement ou par écrit, un rapport sur un progrès récent en astronomie (2j, 8j, 8k, 8m, 8n).

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- a) expliquer les termes qui suivent et pouvoir, s'il y a lieu, reconnaître les corps célestes dans le ciel nocturne ou sur une photographie : univers, galaxie, étoile, amas stellaire, constellation, nébuleuse, planète, satellite (ou lune), astéroïde, comète, météore, météorite;
- b) faire la distinction entre les concepts de *rotation* et de *révolution*;
- c) décrire l'utilisation et montrer l'importance du télescope et d'autres instruments en tant que moyens permettant de recueillir et de concentrer la lumière ainsi que d'obtenir des renseignements dans le domaine de l'astronomie;
- d) décrire les effets observables de la rotation de la Terre (d'ouest en est) sur son axe, par exemple, le changement de longueur et d'orientation des ombres pendant la journée (2e);
- e) montrer, par une description ou par une démonstration pratique, la façon d'établir les directions à l'aide d'un compas ou de faire le point à l'aide des étoiles, la nuit, et du Soleil, le jour (2e);
- f) expliquer les phases de la Lune en fonction de la réflexion de la lumière solaire sur ce satellite et de sa révolution autour de la Terre (2c);
- g) identifier et décrire les principales caractéristiques de la surface lunaire, par exemple, les montagnes, les mers, les cratères et les rayons (2b, 2d);
- h) nommer les planètes du système solaire, dans l'ordre, en partant du Soleil, et décrire la révolution et l'arrangement de l'orbite de chacune dans l'espace (2g);
- i) donner la liste des caractéristiques principales ou des particularités du Soleil et de chacune des planètes du système solaire (2d, 2h);
- j) identifier, par l'observation directe ou à l'aide d'une carte du ciel simplifiée, certaines étoiles plus brillantes que les autres et les groupements stellaires facilement reconnaissables (2f);
- k) donner approximativement le temps que met la lumière à nous parvenir : (i) de la Lune, (ii) du Soleil, (iii) des planètes, (iv) des étoiles les plus proches, (v) des galaxies voisines et (vi) des limites de l'univers visible;
- l) savoir que les journaux et d'autres sources secondaires peuvent fournir de l'information sur les progrès actuels de la science (2i, 2j).

2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- *a) tenir un journal de leurs observations astronomiques pendant toute la durée de l'unité (5a, de 8b à 8h);
- *b) observer (à l'œil nu, à l'aide de jumelles ou au télescope) les principaux reliefs de la surface lunaire et consigner par écrit ou exposer leurs observations (6b, 8h);
- *c) observer les phases de la Lune, consigner leurs observations et utiliser une maquette simple pour décrire ces phases et en expliquer les causes (6b, 8f, 8h);
- d) décrire, à partir de l'observation de photographies ou de diapositives, l'apparence de la Lune et des planètes dans le système solaire;
- e) faire des relèvements (directions de compas) en fonction de la position des étoiles, la nuit, et du Soleil, le jour (6a, 6b);
- *f) à l'aide d'une carte du ciel simplifiée, situer et observer certaines étoiles (l'étoile Polaire, Sirius, Véga, Bételgeuse, Rigel, Deneb, Altair, Arcturus, par exemple), certaines constellations (la Grande Ourse, la Petite Ourse, Cassiopée, Orion, Pégase, le Lion, par exemple) et les planètes les plus brillantes, visibles actuellement dans le ciel nocturne (5b, 6b, 8b, 8d, 8g);
- g) construire, à l'échelle, une maquette du système solaire en conservant si possible la même échelle pour établir la taille du Soleil et des planètes ainsi que la distance entre ces corps célestes (8i);
- h) étudier les propriétés et l'aspect du Soleil (qui est une étoile) au moyen d'expériences, par exemple, la projection d'une image du Soleil sur une surface appropriée (6a, 8h);
- i) lire, dans un journal ou une revue, un article traitant d'une découverte ou d'un progrès récent en astronomie et, dans le cadre d'un travail de classe, analyser le vocabulaire utilisé, le contenu et les déductions que l'on peut tirer de l'article (de 8k à 8n);
- *j) préparer, seul ou avec un groupe d'élèves, un rapport oral ou écrit sur un progrès récent dans le domaine de l'astronomie, en s'inspirant d'un ou de plusieurs articles de journaux ou de revues, enrichis si possible de documents d'information obtenus à la bibliothèque de l'école (5b, 8j, 8k, 8m, 8n).

3. Applications

- a) Les mouvements apparents et réguliers du Soleil, de la Lune et des étoiles ont, pendant des siècles, servi à mesurer l'écoulement du temps.
- b) Depuis longtemps, on se base sur les corps célestes pour établir la direction et la position d'un objet sur la Terre; une bonne partie de la navigation se fait de cette façon.
- c) Le désir de comprendre l'univers a poussé les humains à inventer des instruments comme le télescope et à construire des véhicules tels que les engins spatiaux.
- d) Le Soleil est la principale source d'énergie de la Terre.

4. Incidences sociales

- a) Des milliers de Canadiens s'adonnent à l'astronomie durant leurs loisirs. En outre, de nombreux emplois sont liés à l'astronomie et à l'exploration de l'espace.
- b) Dans une société où la science fait partie de la culture, les citoyens doivent être en mesure de comprendre et d'interpréter l'information que donnent les médias sur les progrès scientifiques actuels.
- c) L'étude de l'astronomie a débouché sur la mise au point du calendrier et sur la datation des événements de l'histoire.
- d) Pendant des siècles, les observations astronomiques ont permis de prévoir certains événements (les inondations, les saisons et les éclipses, par exemple), orientant ainsi la vie des sociétés.
- e) L'astronomie nous renseigne sur la place de la Terre dans l'espace et dans le temps, et nous incite à émettre des hypothèses sur son origine et sur son avenir. C'est une science qui stimule l'imagination et l'intérêt intellectuel, et qui suscite, chez ceux qui l'étudient, le sentiment de faire partie de la race des explorateurs.
- f) Ceux qui vivent loin des lumières des régions urbaines peuvent s'imprégner de la beauté et des merveilles du ciel nocturne (par exemple, les aurores boréales).
- g) La connaissance de l'espace est le complément de l'étude de la surface et de l'atmosphère terrestres, et permet d'avoir une vision plus complète de la place du genre humain dans l'univers.

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- a) les observations consignées par les élèves dans leur journal;
- b) l'identification des corps célestes à l'aide d'une carte du ciel simplifiée;
- c) les rapports ou les exposés sur l'un des progrès récents de l'astronomie.

6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Les élèves ne devraient jamais regarder le Soleil directement, surtout s'ils utilisent des jumelles ou un télescope. Ils devraient savoir que la projection est le meilleur moyen de regarder le Soleil si l'on se sert de ces instruments.
- b) Certaines précautions devraient être prises si les élèves doivent faire des observations du ciel nocturne, chez eux ou à l'école. En voici quelques-unes :

- ▶ Les élèves ne devraient pas se déplacer ou travailler seuls dans les endroits isolés.
- ▶ Si les élèves travaillent dans l'obscurité, diverses choses, notamment les obstacles, constituent autant de dangers dont ils devraient se méfier.
- ▶ On devrait veiller à ce que les fils de rallonge utilisés à l'extérieur (pour le télescope, par exemple) soient bien mis à la terre.
- ▶ Si les élèves ont des travaux qui les obligent à faire des observations astronomiques tard, le soir, les parents ou les tuteurs devraient en être informés.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) visiter un planétarium ou un observatoire, ou assister à une réunion d'un cercle d'astronomie, par exemple, la Société royale d'astronomie du Canada;
- b) demander à des astronomes amateurs de venir partager leurs intérêts avec la classe;
- c) prendre des photographies du ciel et de certains objets qui s'y trouvent;
- d) organiser une «nuit des étoiles» à l'école ou dans leur communauté ou y participer;
- e) au cours de l'année scolaire, observer et consigner dans un journal les changements d'heure et de position du lever et du coucher du Soleil sur l'horizon;

- f) expliquer, démonstration à l'appui, de quelle façon la latitude terrestre peut être calculée d'après l'évaluation visuelle de l'altitude de l'étoile Polaire;
- g) étudier l'histoire des calendriers utilisés dans le passé ou actuellement par divers peuples (les calendriers chinois, chrétien, islamique ou juif, par exemple);
- h) étudier la vie et l'œuvre d'un ou d'une astronome (du passé ou d'aujourd'hui);
- i) lire une histoire de science-fiction et traiter des rapports entre la science pure et la fiction;
- j) publier un journal ou une revue d'astronomie pour la classe;
- k) préparer des bulletins de nouvelles touchant l'astronomie et les diffuser sur le système de sonorisation de l'école;
- l) réaliser des montages sur l'astronomie et les exposer sur un babillard ou dans une vitrine de l'école;
- m) utiliser les cartes stellaires ou un planisphère céleste pour se familiariser avec les étoiles et les constellations visibles à diverses époques de l'année.

8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Cette unité permet de faire ressortir certains concepts fondamentaux et probablement immuables de l'astronomie, et de souligner les progrès réalisés récemment dans ce domaine. Ce deuxième volet est l'objet des activités 2i et 2j. Ces activités permettent de tirer parti des événements qui peuvent se produire dans ce domaine au cours de l'année : éclipses, missions spatiales ou nouvelles découvertes, par exemple.
- b) On devrait inciter les élèves à observer et à consigner dans leur journal un objet ou un événement astronomique par semaine. Pour trouver «l'objet ou les objets de la semaine», on peut consulter les rubriques d'astronomie des journaux ou diverses autres sources. Les enseignants peuvent attirer l'attention des élèves sur chacun de ces objets en posant une ou deux questions auxquelles l'observation permet de répondre. De cette façon, les élèves se familiariseront avec plusieurs objets célestes, au cours du trimestre ou de l'année. De la même façon, dans l'activité 2f, on pourrait mettre l'accent sur certains objets figurant sur la carte du ciel simplifiée.
- c) Dans la présente unité, on insiste sur l'observation du ciel, mais on attache moins d'importance aux observations indépendantes à longue échéance que dans l'unité d'astronomie du cours de sciences de 10^e année de niveau avancé. Cependant, il est *possible* de réaliser des observations à longue échéance, surtout si les enseignants peuvent planifier les activités de ce type de façon que les élèves partagent les observations faites par d'autres élèves à d'autres moments.

- d) L'activité 2f porte sur l'utilisation d'une carte du ciel simplifiée. On y trouve une liste de plusieurs étoiles et constellations, mais il est probable que les élèves ne pourront les observer toutes.
- e) Le journal des élèves devrait être conçu de telle sorte que ces derniers puissent y consigner des observations bien étayées, car il s'agit là d'une aptitude essentielle dans une science comme l'astronomie. La présentation du journal devrait être conçue de façon que les renseignements voulus y figurent : l'objet, la date, l'heure, la position géographique de l'observateur ou de l'observatrice, l'état du ciel, par exemple. Les élèves pourront y inclure des croquis annotés des objets observés et de leur position dans le ciel. Les élèves devraient prendre note des questions découlant de chaque observation. En classe, on devrait prévoir une période adéquate pour discuter de la présentation et du contenu du journal, préparer les observations à l'extérieur de la classe (s'il y a lieu), revoir les observations et répondre aux questions soulevées.
- f) Si l'observation des phases de la Lune commence au premier quartier, les premières observations peuvent être faites pendant le cours. Ainsi, on aura l'occasion de vérifier la façon dont les élèves prennent note de ces premières observations dans leur journal.
- g) Les élèves peuvent apprendre à se familiariser avec l'aspect du ciel nocturne, au cours d'une «nuit des étoiles» organisée par l'école, ou au cours d'une excursion dans un centre éducatif en plein air. Ils pourraient aussi recevoir, à l'école, des directives précises et simples sur l'utilisation d'une carte du ciel simplifiée et, ultérieurement, faire une randonnée nocturne à leur convenance. Les élèves pourraient également visiter un planétarium : la simulation du ciel nocturne y est saisissante.
- h) Certaines des activités portant sur l'observation de la Lune et toutes les activités concernant le Soleil peuvent s'effectuer pendant la journée.
- i) En plus des unités SI comme le kilomètre et le mégamètre, les astronomes utilisent l'*unité astronomique* (UA), c'est-à-dire la distance moyenne entre la Terre et le Soleil, et l'*année-lumière* (AL), soit la distance que parcourt la lumière en une année. Cependant, il faut bien préciser que les mesures ne constituent pas l'élément majeur de cette unité. Dans l'activité 2g, on peut utiliser deux échelles différentes, une pour les distances et une autre pour les diamètres. Cependant, si l'on représente le Soleil par une orange, on peut utiliser la même échelle, et la maquette pourra être réalisée sur le terrain d'une école de superficie normale.
- j) L'astronomie ayant fait des progrès fulgurants au cours des dernières années, les élèves devraient savoir que certains des renseignements (le nombre de satellites des planètes géantes, par exemple), donnés dans les ouvrages de référence du palier secondaire, peuvent être désuets. Le département des sciences et la bibliothèque de l'école devraient s'efforcer de garder à jour leurs ouvrages de référence sur l'astronomie.
- k) On peut obtenir des renseignements très utiles sur les événements et progrès récents en astronomie en s'adressant au musée des sciences ou au planétarium, en consultant les journaux ou les revues, ou en regardant certaines émissions de télévision ou certains enregistrements sur bandes magnétoscopiques.
- l) L'objectif visé par l'activité 2i est d'aider les élèves à acquérir de bonnes aptitudes de lecture et la capacité de comprendre et d'interpréter les imprimés. Cependant, on peut ajouter aux imprimés du matériel didactique sonore ou visuel.
- m) Grâce aux activités 2i et 2j, les élèves auront l'occasion de développer leurs compétences linguistiques par l'étude des sciences. Cependant, dans ces activités, le français est considéré comme un moyen de communiquer l'information et non comme un instrument littéraire.
- n) Les articles de journaux ou de revues appropriés à l'activité 2j peuvent être choisis par les enseignants ou par les élèves eux-mêmes. Dans ce dernier cas, on devrait, dans la mesure du possible, inciter chaque élève à se constituer un dossier d'articles sur le sujet choisi, plusieurs semaines avant que ne commence l'étude de l'unité d'astronomie.

Unité facultative n° 2

Les minéraux et l'exploitation minière

Durée : 15 heures

Une grande partie de la richesse du Canada et de l'Ontario réside dans nos ressources minérales et notre industrie minière. Les sociétés minières et les entreprises connexes fournissent de l'emploi à des milliers de personnes. Cependant, nombreux sont ceux qui en savent très peu sur la façon dont on extrait les minéraux et sur le genre d'emplois qu'offre l'industrie minière. Cette unité fournira aux élèves des renseignements fondamentaux sur cette importante industrie et leur fera mieux comprendre la place qu'elle occupe dans l'économie de notre pays. Le programme de géographie peut traiter de certains aspects de la présente unité. Si l'on choisit cette unité facultative, les départements de sciences et de géographie devraient planifier ensemble leurs programmes afin d'éviter toute répétition inutile.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- ▶ Les roches et les minéraux
- ▶ L'exploration minière
- ▶ Les méthodes d'exploitation et les procédés d'affinage
- ▶ L'industrie minière et l'économie canadienne

1. Objectifs

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- a) à apprécier l'immense richesse des ressources minérales du Canada;
- b) à s'intéresser à l'importance de l'exploitation minière pour l'économie canadienne (3b);
- c) à respecter les travailleurs de l'industrie minière et à s'intéresser aux genres d'emploi que l'on trouve dans ce domaine (4b, 8d).

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) imaginer, grâce à des simulations, les procédés nécessaires à la prospection et à l'affinage des minéraux (de 2a à 2c, de 2e à 2g);
- b) suivre les directives données et manipuler les matières lors de la simulation de certains procédés d'exploitation minière (de 2a à 2c, de 2e à 2g);
- c) observer les propriétés physiques des roches et des minéraux (2h);
- d) classifier des roches et des minéraux communs (2h);
- e) recueillir et interpréter les résultats d'expériences;
- f) lire des cartes (2d);
- g) utiliser une boussole (2d);
- h) faire une recherche à la bibliothèque sur les divers usages des minéraux (3, 5c).

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- a) décrire les procédés de prospection, d'extraction et d'affinage des métaux (de 2a à 2g);
- b) énoncer les différences entre les roches et les minéraux (2h);
- c) dresser la liste des propriétés physiques qui permettent d'identifier les roches et les minéraux (2h, 8a);
- d) décrire les processus possibles de formation des roches (8d);
- e) décrire plusieurs emplois liés à l'industrie minière (8d);
- f) expliquer de quelle manière l'économie régionale est directement ou indirectement liée à l'industrie minière (4a, 8b);
- g) repérer précisément sur une carte les mines d'une région donnée de l'Ontario;
- h) nommer quelques usages de certains minéraux importants extraits au Canada;
- i) énumérer certains des effets que divers procédés d'exploitation minière peuvent avoir sur l'environnement (4a).

2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- *a) simuler une prospection magnétique et découvrir, au moyen d'un détecteur, divers objets de fer qui auront été enterrés à différents endroits d'un carré de sable; disposer à la surface du sable un réseau de fils représentant les méridiens et les parallèles terrestres;
- b) simuler une prospection électromagnétique en comparant les variations d'un signal radio au voisinage d'un classeur métallique;
- *c) simuler un forage au diamant en cachant sous une couche de sable des morceaux de pâte à modeler de diverses couleurs, représentant des gisements en amas que les élèves tenteront de

*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 6.

- «carotter» en enfonçant des pailles de plastique ou des tubes de thermomètre dans le sable;
- *d) établir une concession miniature à proximité de l'école et en dresser le plan à l'aide d'une boussole;
 - e) simuler la concentration d'un minéral en imaginant une ou plusieurs méthodes permettant de séparer le contenu d'un taillecrayon en «concentré» de copeaux de bois et en «concentré» de poussières de graphite;
 - f) simuler un procédé de flottation en saupoudrant de minéral brillant pulvérisé l'eau du robinet contenue dans un bécher de 100 mL, en ajoutant du détersif et en agitant délicatement;
 - g) mélanger de la lotion solaire et 100 mL d'eau froide du robinet dans un bécher, y saupoudrer du minéral brillant et mélanger; au moyen d'une pompe d'aquarium, faire passer des bulles d'air à travers le mélange; trouver alors un moyen d'extraire le minéral brillant de la mousse ainsi formée;
 - *h) examiner des roches ainsi que des minéraux et les classer d'après leurs propriétés physiques.

3. Applications

- a) Les géologues se servent de leur connaissance des propriétés physiques des roches et des minéraux pour découvrir les minéraux dont a besoin l'industrie.
- b) L'extraction et l'affinage des minéraux sont à la base de certaines des industries canadiennes les plus importantes.

Remarque. – Les élèves doivent être en mesure de nommer des usages particuliers d'au moins six minéraux métalliques (le cuivre, le nickel, le plomb, le zinc, l'aluminium, le chrome, l'or, l'argent, le platine, par exemple) et d'au moins cinq minéraux non métalliques (le sel, le gypse, la chaux, l'argile, le sable, l'amiante, le diamant, par exemple).

4. Incidences sociales

- a) L'industrie minière offre de nombreux avantages économiques; toutefois, l'affinage des minéraux pollue souvent l'air et l'eau au voisinage des installations.
- b) L'industrie minière offre de nombreuses possibilités d'emploi.

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- a) les travaux de laboratoire (par exemple, la prospection magnétique lors de l'activité 2a);
- b) les relevés des propriétés observées chez les roches et les minéraux;
- c) les listes des minéraux métalliques et non métalliques ainsi que leurs usages.

6. Mesures de sécurité à envisager

On devrait informer les élèves des mesures de sécurité à respecter lors des essais sur les roches et les minéraux choisis pour l'étude.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) construire des maquettes représentant les divers procédés d'exploitation minière étudiés au cours de l'unité;
- b) étudier quelques-unes des propriétés chimiques utilisées pour l'identification des minéraux;
- c) construire la maquette d'un four de fusion à réverbère;
- d) simuler un procédé d'affinage (par exemple, le placage électrolytique au cuivre d'un morceau de laiton);
- e) étudier l'effet du taux de refroidissement sur la croissance des cristaux.

8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Les élèves dresseront un tableau des diverses propriétés physiques des minéraux, lequel leur permettra plus tard d'identifier ces derniers.
- b) On pourra demander à des représentants de l'industrie minière régionale de s'adresser aux élèves.
- c) On pourra discuter en classe des avantages et des inconvénients des divers procédés d'exploitation minière pour l'économie et l'environnement.
- d) Les élèves pourront visiter des carrières, des mines de divers types et des sites présentant un intérêt sur le plan géologique.

Unité facultative n° 3

La continuité

Durée : 15 heures

L'hérédité et le milieu contribuent à déterminer l'apparence, la santé et le caractère des individus. Une étude de l'hérédité permettra aux élèves de comprendre comment ils sont devenus ce qu'ils sont. En outre, les élèves devraient être au courant de certaines questions et controverses entourant la recherche génétique, qui tend à déborder rapidement son cadre initial. Dans cette unité, les élèves étudieront les mécanismes de l'hérédité chez tous les organismes, tout en mettant l'accent sur ceux des humains.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- ▶ Les variations chez une même espèce
- ▶ La méiose
- ▶ La génétique mendélienne
- ▶ La génétique humaine

1. Objectifs

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- a) à faire preuve de curiosité à l'égard des mécanismes de l'hérédité;
- b) à s'intéresser à l'interaction entre l'hérédité et le milieu dans la détermination de l'apparence des individus (3, 4c, 4d);
- c) à apprécier la part de contribution de chacun des deux parents à leur progéniture (3a, 3b).

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) déterminer, à partir de preuves appropriées, si un caractère est héréditaire ou non (2a);
- b) établir l'arbre généalogique d'un seul caractère (2b, 2c);
- c) interpréter des arbres généalogiques relatifs à un seul caractère (2b, 2c);
- d) dresser un tableau qui permettra de déterminer le génotype et le phénotype de la progéniture, en étudiant un caractère à la fois (2c, 2d);
- e) dresser un tableau qui permettra de déterminer le génotype et le phénotype de la progéniture en ce qui concerne les caractères liés au sexe comme le daltonisme (2e).

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- a) définir les termes suivants : caractère, chromosome, gène, génotype, phénotype, dominant, récessif, méiose, mitose, chromosome sexuel, gamète et zygote;
- b) à partir des données appropriées («n» ou «2n»), indiquer le nombre de chromosomes que comportent les cellules somatiques et les gamètes chez un individu ainsi que l'ovule fécondé de l'espèce;
- c) expliquer les différences entre les cellules qui résultent de la méiose et celles qui résultent de la mitose;
- d) nommer deux caractères héréditaires humains et les formes dominante et récessive de chacun d'eux (2c).

2. Activités des élèves

Les élèves devront :

- *a) observer les variations se produisant chez plusieurs membres d'une même espèce (le maïs, les Drosophiles, les humains, par exemple);
- *b) étudier la continuité d'un ou deux caractères au sein d'une même famille (par exemple, en établissant le tableau généalogique);
- *c) étudier plusieurs caractères humains à un gène (comme la forme du lobe de l'oreille ou la capacité de rouler la langue);

*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 6.

- d) étudier les expériences de Mendel sur le pois et faire un tableau présentant un ou plusieurs de ses croisements;
- *e) faire des exercices concernant les caractères à un gène afin d'en prédire les génotypes et les phénotypes (8d).

3. Applications

- a) On peut prédire certaines caractéristiques de la progéniture humaine à partir de la connaissance des caractères des parents.
- b) Une analyse des cellules fœtales peut permettre de dépister ou de prédire certaines maladies ou anomalies héréditaires chez l'enfant avant sa naissance et préparer les parents au traitement médical, si besoin est.
- c) Grâce à un élevage sélectif des plantes et des animaux, il est possible d'obtenir les caractéristiques désirées chez les générations futures.

4. Incidences sociales

- a) La possibilité de manipuler les gènes des organismes soulève de nombreuses questions d'ordre moral et juridique.
- b) Certaines décisions juridiques pourront éventuellement se fonder sur l'analyse génétique.
- c) Au cours des prochaines années, le contrôle génétique des animaux et insectes nuisibles ainsi que l'amélioration génétique de la production alimentaire pourraient modifier les relations économiques établies.
- d) Les animaux que l'on élève à des fins précises comme la production de nourriture ou l'amélioration de caractères donnés telles l'apparence, la vitesse et la taille, ont tendance à s'adapter difficilement aux changements de l'environnement.

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- a) les relevés des observations de variations chez une même espèce;
- b) les tableaux servant à comparer le génotype et le phénotype d'une progéniture;
- c) les rapports concernant la transmission héréditaire de caractéristiques humaines simples.

6. Mesures de sécurité à envisager

On ne devrait pas utiliser le papier ou la solution de phénylthiocarbamide pour les essais de goût.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) étudier des croisements de simples dihybrides;
- b) étudier le rôle de l'ADN (acide désoxyribonucléique) et de l'ARN (acide ribonucléique) dans la synthèse des protéines et des enzymes;
- c) étudier la reproduction asexuée et la reproduction sexuée chez les plantes et les animaux;
- d) étudier la détermination du sexe chez diverses espèces.

8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) On ne devrait pas insister indûment sur la terminologie et les réactions chimiques se rapportant aux processus vitaux.
- b) Il serait souhaitable de revoir la structure fondamentale de la cellule.
- c) Des photographies et des diapositives de caryotypes humains peuvent être utiles.
- d) On peut obtenir des rapports phénotypiques de 3 à 1 à partir de plusieurs exercices de laboratoire effectués sur des spécimens vivants (le maïs, les plants de tomates, les Drosophiles et le tabac, par exemple).
- e) Il est possible de présenter le pedigree d'une plante ou d'un animal bien connu pour illustrer l'élevage productif et sélectif.
- f) On devrait faire en sorte que les élèves respectent les sentiments des autres et ne se blessent pas mutuellement quant aux traits de caractère humains.

Unité facultative n° 4

Les métaux

Durée : 15 heures

La connaissance de la chimie et de la physique procure aux scientifiques un vaste éventail de techniques qui leur permettent d'étudier les matières et de comprendre leurs propriétés. Cette unité aidera les élèves à comprendre les propriétés des métaux les plus courants. Il est possible de la remplacer par une autre unité portant sur les propriétés chimiques et physiques de produits domestiques. Dans ce cas, toutefois, il faut élaborer de nouveaux objectifs et des activités différentes de celles dont il est question ici.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- ▶ La nature des métaux
- ▶ Le fer et l'acier
- ▶ Les propriétés chimiques et physiques des métaux
- ▶ La protection des métaux contre la corrosion

1. Objectifs

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- a) à faire preuve de curiosité à l'égard des caractéristiques de nombreux métaux courants;
- b) à s'intéresser aux méthodes permettant de modifier les propriétés des métaux (2c, 2e).

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) classer et interpréter des données concernant l'effet de la chaleur sur l'acier (2b, 2c, 2e);
- b) manipuler des liquides corrosifs (2a, 2e, 2f);
- c) élaborer des hypothèses afin d'expliquer quelques-unes des propriétés de divers métaux (2b, 2d);
- d) se servir d'un cas témoin lors de l'observation de l'effet du zinc et du magnésium sur la corrosion de l'acier (2f);
- e) expliquer l'effet de la trempe sur l'acier et les modifications des propriétés physiques qui en résultent (2b, 2c, 2e).

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- a) énoncer qu'il est possible de modifier les cristaux d'acier et que cette modification change les propriétés de l'acier, lequel peut alors être utilisé à de nombreuses fins (2b, 2c, 2e, 8f);
- b) expliquer comment s'effectue la trempe de l'acier et comment cette opération modifie la structure et les propriétés cristallines de ce métal (2b, 2c);
- c) énoncer qu'à l'exception de l'acier, la majorité des métaux possèdent une seule structure cristalline (2b, 8f);
- d) expliquer que la teneur en carbone de l'acier influe sur ses propriétés chimiques et sur sa résistance à la corrosion (2e);
- e) dresser la liste des techniques visant à protéger l'acier à faible teneur en carbone contre la corrosion et expliquer pourquoi l'acier inoxydable résiste à la corrosion (2f);
- f) décrire des façons de démontrer la réactivité chimique de divers métaux et expliquer comment elle est utilisée dans la protection électrolytique de l'acier (2f, 8c).

2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- *a) traiter diverses bandes de métal (dont de l'acier galvanisé et du fer-blanc) avec une faible solution d'acide chlorhydrique, examiner à la loupe ou au microscope les métaux traités (avant et après le traitement), et dessiner les cristaux en indiquant les modifications de leur configuration (6a, de 8a à 8d);

*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 6.

- *b) dans un endroit sombre, chauffer au rouge une lame à rasoir de sûreté au-dessus d'un bec Bunsen et la laisser refroidir; pendant le refroidissement, observer l'éclair (recalcérence) et les modifications de la structure cristalline; répéter l'expérience en utilisant des bandes de cuivre et de nickel (6c, 8f);
- c) (i) chauffer au rouge une grosse épingle de sûreté au-dessus d'un bec Bunsen et la plonger immédiatement dans l'eau froide; essayer ensuite de graver une plaque de verre avec l'épingle et de plier cette dernière avec des pinces; (ii) répéter l'expérience en retirant lentement l'épingle de la flamme et en la laissant refroidir à l'air; essayer à nouveau de graver le verre avec l'épingle et de plier cette dernière; (iii) répéter l'expérience avec un trombone déplié (6c);
- d) avec une pince, tenir le bout d'une bande de métal au-dessus d'un bec Bunsen et placer un petit cube de paraffine sur l'autre bout; noter le temps que la paraffine met à fondre; répéter l'expérience en utilisant divers métaux et alliages (6c);
- e) (i) traiter une bande d'acier inoxydable et une bande d'acier à faible teneur en carbone à l'acide nitrique concentré, graver chaque bande à l'aide d'une pointe d'acier et traiter à nouveau les bandes à l'acide; (ii) répéter le processus entier en utilisant des bandes de métal qui ont été fortement chauffées puis refroidies; (iii) chauffer une paire similaire de bandes de métal et noter les divers changements de couleurs qui indiquent les différentes températures; (iv) enduire d'huile une autre paire de bandes de métal et remarquer l'effet de l'acide sur ces dernières (6, 8d);
- *f) poncer trois gros clous en acier; attacher un mince morceau de magnésium autour du premier et une mince bande de zinc autour du deuxième; placer chaque clou dans une éprouvette contenant une solution d'acide sulfurique et secouer doucement les éprouvettes toutes les trois minutes pendant quinze minutes; laisser ensuite reposer les éprouvettes jusqu'au lendemain (6a).

3. Applications

- a) L'acier possède la capacité d'adopter différentes structures cristallines et de former de nombreux alliages. Cette caractéristique donne naissance à diverses sortes d'acier possédant une résistance et des propriétés différentes, ce qui permet de l'utiliser à de nombreuses fins (pièces d'automobile, outils, pelles mécaniques, couteaux et rasoirs, par exemple).
- b) Lorsqu'on choisit un métal pour un usage particulier, il faut tenir compte de sa conductivité thermique. Par exemple, il est nécessaire que les métaux servant à la fabrication des radiateurs d'automobile, des fers à souder et des éléments de chauffage-eau possèdent une conductivité élevée, tandis que ceux qui servent à la fabrication des châssis de fenêtre devraient avoir une faible conductivité.

- c) Suivant l'usage que l'on en fait, le métal a souvent tendance à perdre le revêtement naturel d'oxyde qui le protège. Toutefois, il est possible de le protéger à l'aide d'un procédé électrolytique. Par exemple, la galvanisation du fer avec le zinc ralentit le taux de corrosion, et ce procédé est utilisé dans la fabrication des poubelles, des seaux et de la tuyauterie.

4. Incidences sociales

- a) L'existence de notre société hautement technicisée repose sur notre connaissance des propriétés de nombreux métaux, et plus particulièrement, des différentes sortes d'acier.
- b) La chaleur et la corrosion résultant de l'action des conditions météorologiques, de l'air, de l'eau et des substances chimiques sont susceptibles d'affaiblir les métaux. La protection des structures métalliques comme les automobiles, les ponts, les navires et les trains représente beaucoup d'argent et de travail.

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- a) les travaux de laboratoire (par exemple, le dessin de la configuration des cristaux métalliques);
- b) les comptes rendus et les notes d'expériences relatives à l'effet de la chaleur sur l'acier;
- c) l'élaboration d'hypothèses visant à expliquer les résultats des expériences.

6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Les élèves doivent porter des lunettes de protection lorsqu'ils manipulent des acides ou qu'ils chauffent et plient des métaux.
- b) Il est nécessaire de respecter les mesures de sécurité appropriées lors de la manipulation de liquides corrosifs.
- c) Les métaux chauds et les métaux traités à l'acide devraient être manipulés avec précaution. Il ne faut pas plonger un métal chaud dans de l'acide. Les élèves devraient avoir une certaine connaissance de la prévention des accidents et des mesures à prendre lorsque ceux-ci se produisent.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) étudier les propriétés magnétiques et la dureté de l'acier;
- b) faire des recherches sur la façon de magnétiser de l'acier non magnétique et se renseigner au sujet du ferromagnétisme;
- c) faire une recherche à la bibliothèque sur la fabrication des alliages d'acier, leurs propriétés et leurs usages.

8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) On peut inciter les élèves à dresser la liste de certains métaux courants dont ils se servent et à énoncer leurs propriétés.
- b) Étant donné que 90 pour 100 de tous les métaux utilisés contiennent du fer, il est important que les élèves comprennent les propriétés des métaux ferreux.
- c) On peut examiner des boîtes en fer-blanc ayant contenu des jus de fruits, des fruits, des légumes ainsi que des boissons gazeuses et s'en servir lors des expériences portant sur les cristaux et la corrosion.
- d) L'acier au carbone et le fer-blanc entrent en réaction avec l'acide chlorydrique. Lorsque le fer-blanc recouvert d'étain est plongé dans de l'acide chlorhydrique, les cristaux sont attaqués parce que le métal situé sur les faces limites des cristaux réagit plus rapidement que ces derniers. Le fer-blanc et le zinc possèdent de gros cristaux qu'il est facile d'observer à la loupe.
- e) Seul l'acier subit une transformation particulière de la configuration de ses cristaux; c'est pourquoi la recalcitrance se produit uniquement chez lui, et non chez les autres métaux.
- f) Dans l'activité 2d, les bandes de métal devraient être chauffées à l'aide d'un bec Bunsen à flamme constante; on peut aussi utiliser un conductomètre.

Unité facultative n° 5

Les écosystèmes terrestres et aquatiques

Durée : 15 heures

Cette unité a pour but de permettre aux élèves d'approfondir leur connaissance des principes écologiques fondamentaux étudiés dans l'unité obligatoire n° 1 du présent cours et d'examiner leurs applications pratiques. Bon nombre d'élèves ont déjà vu des aquariums, des terrariums, des jardins et des plantes d'intérieur; aussi est-il possible d'utiliser ceux-ci pour illustrer le fonctionnement d'écosystèmes de plus grande dimension.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- ▶ Les écosystèmes aquatiques
- ▶ Les écosystèmes terrestres
- ▶ Un modèle d'écosystème

1. Objectifs

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- a) à respecter les équilibres fragiles présents dans un écosystème (2c, 4a, 4c);
- b) à s'interroger au sujet des interactions se produisant dans un écosystème (2d, 3, 4);
- c) à manipuler les plantes et les animaux avec soin.

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) installer un modèle d'écosystème tel qu'un aquarium ou un terrarium (2a, 2b);
- b) mesurer les facteurs abiotiques à l'intérieur d'un écosystème (2b);
- c) observer les facteurs biotiques d'un écosystème (2d);
- d) faire des déductions au sujet des relations existant dans un écosystème (2d).

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- a) se souvenir de la signification du terme «écosystème» et l'appliquer à une situation aquatique et à une situation terrestre;
- b) expliquer les termes suivants et donner des exemples de l'usage de chacun pour un écosystème aquatique et un écosystème terrestre types : biotique, abiotique, chaîne alimentaire, chaîne trophique;
- c) dresser la liste des ressemblances et des différences fondamentales entre un écosystème aquatique et un écosystème terrestre;
- d) expliquer les ressemblances et les différences entre un écosystème fermé et un écosystème ouvert;
- e) décrire la façon de créer un modèle d'écosystème;
- f) décrire les relations écologiques présentes dans un modèle d'écosystème.

2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- *a) installer un modèle d'écosystème aquatique *et* un modèle d'écosystème terrestre, par exemple, un aquarium de poissons tropicaux, un aquarium de poissons vivant en eau stagnante, un terrarium ou un jardin (5a, 6a, 6c, 6d, 8a, 8d);
- *b) déterminer les éléments suivants : (i) les plantes qui pousseront dans l'écosystème; (ii) les animaux vivant en association avec ces plantes; (iii) les facteurs abiotiques nécessaires aux plantes et aux animaux (le pH, la température, les conditions du sol et l'humidité, par exemple) (5b, 6b, 6d);

- *c) entretenir l'écosystème durant une certaine période en modifiant les différents facteurs abiotiques suivant les besoins (5a, 6e);
- *d) observer et noter les changements qui se produisent durant une certaine période (5c).

3. Applications

- a) La gestion des forêts suppose l'application des principes écologiques.
- b) Le taux de rendement élevé d'une exploitation agricole résulte de la modification d'un écosystème.
- c) On utilise les techniques aquicoles dans de nombreuses régions pour récolter des organismes marins et d'eau douce comme les algues et les huîtres.

4. Incidences sociales

- a) Les écosystèmes sont sensibles aux changements environnementaux et peuvent être facilement endommagés ou détruits (par les précipitations acides, par exemple).
- b) Les écosystèmes naturels font la joie de ceux qui aiment la nature et les activités telles que le camping, la randonnée pédestre et le canot.
- c) La mauvaise gestion des terres agricoles peut se traduire par la perte de sols arables.

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- a) l'application de techniques pratiques d'installation et d'entretien d'un modèle d'écosystème;
- b) la mesure des facteurs abiotiques présents dans un écosystème;
- c) les rapports sur l'observation des éléments biotiques d'un écosystème.

Unité facultative n° 6**6. Mesures de sécurité à envisager**

- a) Seules des composantes électriques approuvées devraient être utilisées dans les aquariums.
- b) Les réactifs servant à l'analyse de l'eau et du sol ne devraient pas entrer en contact avec la peau ou les vêtements.
- c) On devrait demander aux élèves de signaler toute allergie aux plantes.
- d) Les élèves devraient suivre les mesures de sécurité appropriées lorsqu'ils manipulent les produits chimiques utilisés en jardinage.
- e) On devrait couper le courant à l'intérieur des aquariums et des terrariums avant d'en faire l'entretien.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) construire d'autres modèles d'écosystèmes après avoir effectué des recherches;
- b) à l'aide d'un nécessaire à mesurer les éléments nutritifs, analyser les sols afin de déterminer leurs besoins en engrais.

8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) L'installation des divers modèles d'écosystème devrait se faire en petit groupe.
- b) On devrait encourager les élèves à visiter des boutiques d'animaux afin d'observer les différentes façons de monter un aquarium.
- c) La fin du printemps et le début de l'automne sont les meilleurs moments pour constituer un écosystème d'eau stagnante.
- d) On devrait obtenir ou faire pousser les plantes à l'avance pour qu'elles soient prêtes lorsque viendra le temps d'installer un écosystème.
- e) Pour observer divers exemples d'écosystème, les élèves peuvent visiter certains lieux présentant un intérêt dans la région, comme des pépinières, des fermes, des jardins botaniques, des boutiques d'animaux et des offices de protection de la nature, ou encore se promener près d'un étang naturel ou d'un ruisseau.

Unité élaborée à l'échelon local

Durée : 15 heures

Cette unité est la même que l'unité facultative n° 4, «Unité élaborée à l'échelon local», offerte dans le cadre du cours de sciences de 9^e année de niveau général. Il est évidemment nécessaire de choisir des sujets différents de ceux enseignés lors d'une année précédente.

Annexes

Annexes

- A. Codes des cours de sciences
- B. Table des matières de la
1^{re} partie du programme-cadre



Annexe A

Codes des cours de sciences

Voici les codes des cours de sciences du palier secondaire autorisés en vertu de ce document.

Sciences, 9 ^e année, niveau fondamental	SNC1F
Sciences, 9 ^e année, niveau général	SNC1G
Sciences, 9 ^e année, niveau avancé	SNC1A
Sciences, 10 ^e année, niveau fondamental	SNC2F
Sciences de l'environnement, 10 ^e année, niveau général	SEN2G
Sciences, 10 ^e année, niveau général	SNC2G
Sciences de l'environnement, 10 ^e année, niveau avancé	SEN2A
Sciences, 10 ^e année, niveau avancé	SNC2A
Sciences, 11 ^e année, niveau fondamental	SNC3F
Biologie appliquée, 11 ^e année, niveau général	SBA3G
Chimie appliquée, 11 ^e année, niveau général	SCA3G
Sciences de l'environnement, 11 ^e année, niveau général	SEN3G
Biologie, 11 ^e année, niveau avancé	SBI3A
Chimie, 11 ^e année, niveau avancé	SCH3A
Sciences, 12 ^e année, niveau fondamental	SNC4F
Sciences de l'environnement, 12 ^e année, niveau général	SEN4G
Géologie, 12 ^e année, niveau général	SGE4G
Physique appliquée, 12 ^e année, niveau général	SPA4G
Sciences de l'environnement, 12 ^e année, niveau avancé	SEN4A
Géologie, 12 ^e année, niveau avancé	SGE4A
Physique, 12 ^e année, niveau avancé	SPH4A
Sciences de la technologie, 12 ^e année, niveau général	STE4G

Biologie, CPO SB10A

Chimie, CPO SCH0A

Physique, CPO SPH0A

Les sciences dans la société, CPO SSO0A

Interprétation des codes des cours de sciences :

- ▶ La première lettre du code d'un cours de sciences est toujours **S**.
- ▶ Les cours intitulés «Sciences» sont désignés par **SNC**.
- ▶ Si le cours porte un titre autre que «Sciences», le code **S** est suivi des deux premières lettres du titre (par exemple, **SBI** signifie «Sciences, Biologie» ou simplement «Biologie»; **SEN** signifie «Sciences de l'environnement»).
- ▶ Si le titre du cours comprend deux mots autres que «Sciences», le code **S** est suivi de la première lettre de chacun de ces mots (par exemple, **SCA** signifie «Sciences, Chimie appliquée» ou simplement «Chimie appliquée»).
- ▶ Le quatrième élément du code (**1, 2, 3, 4**, ou **0**) désigne l'année d'études, soit la 9^e, 10^e, 11^e ou 12^e année, ou les CPO, respectivement.
- ▶ Le cinquième élément du code désigne le niveau de difficulté : **F**(fondamental), **G**(général) ou **A**(avancé).

Pour de plus amples renseignements sur les codes des cours, consulter le *Guide du système uniforme de codage des cours* (Toronto, ministère de l'Éducation de l'Ontario, 1986).

Annexe B

Table des matières de la 1^{re} partie du programme-cadre

Préface	5.6 Intégration et appellation des cours de sciences à l'échelon local
Introduction	5.7 La politique générale applicable aux cours de sciences
Les parties du programme-cadre	C : Quelques traits particuliers du programme de sciences
Cours fondés sur le programme-cadre	
Programmes-cadres périmés	
A : Buts et objectifs	
1. Valeur et but de l'enseignement des sciences	6. En ce qui concerne les élèves
2. Les buts de l'éducation et le rôle des sciences	6.1 Sciences : le profil de l'élève modèle
3. Les buts du programme de sciences	6.2 Adapter le programme aux élèves en difficulté
3.1 Les buts	6.3 Enseignement individualisé
3.2 La nature des sciences	6.4 Préparation à la vie
3.3 Une culture scientifique générale	6.5 Préparation à la vie professionnelle
3.4 Intégration des buts et du contenu	6.6 Égalité des sexes
	6.7 Multiculturalisme
B : Le cadre du programme de sciences	7. Le langage et les sciences
4. Cours de sciences	7.1 Compétences linguistiques
4.1 Le fil directeur à suivre en sciences, du jardin d'enfants aux CPO	7.2 Travaux écrits et évaluation
4.2 Niveaux de difficulté : fondamental, général et avancé	7.3 Terminologie anglaise dans les cours d'immersion en français
4.3 Cours de sciences et crédits	7.4 Élèves immigrants
4.4 Unités d'étude de chaque cours	8. Mesures
4.5 Recommandations quant au choix des cours de sciences	8.1 Estimations
5. Politique d'enseignement	8.2 Système international d'unités et grandeurs physiques
5.1 Contenu et méthodes	8.3 Exactitude et précision
5.2 Composantes de chaque unité d'étude	8.4 Présentation des problèmes
5.3 Considérations pédagogiques pour chaque unité	9. La sécurité
5.4 Nombre d'heures allouées à chaque unité	9.1 La sécurité dans le laboratoire
5.5 Élaboration d'unités à l'échelon local	9.2 Mesures de sécurité recommandées
	9.3 Soins aux animaux pendant les cours de sciences
	9.4 Manipulation des plantes : règles de sécurité

10. Les valeurs et le programme de sciences
 - 10.1 Les sciences et l'acquisition des valeurs
 - 10.2 Questions épineuses et controversées

D : Mise en œuvre du programme de sciences

11. Planification du programme et perfectionnement du personnel
 - 11.1 Élaboration des politiques du conseil scolaire
 - 11.2 Planification du programme de sciences par l'école
 - 11.3 Planification des cours par les enseignants
 - 11.4 Documents d'appui du conseil scolaire
 - 11.5 Perfectionnement du personnel
12. Ressources
 - 12.1 Laboratoires et matériel
 - 12.2 Centres de ressources
 - 12.3 Manuels et matériel d'apprentissage
 - 12.4 Calculatrices
 - 12.5 Ordinateurs
 - 12.6 Les milieux scientifiques
13. Modes de prestation des cours de sciences
 - 13.1 Classes à deux niveaux et à années multiples
 - 13.2 Éducation coopérative
 - 13.3 Cours regroupés
 - 13.4 Éducation des adultes
 - 13.5 Centre d'études indépendantes
 - 13.6 Écoles spécialisées
14. Évaluation
 - 14.1 Évaluation de la mise en œuvre du programme de sciences
 - 14.2 Évaluation du rendement des élèves
 - 14.3 Auto-évaluation des enseignants
 - 14.4 Évaluation du programme

Annexes

- A. Codes des cours de sciences
- B. Grandeurs physiques
- C. Principes d'écriture des unités SI
- D. Plantes vénéneuses
- E. Quelques types d'instruments de la BIMO et domaines d'apprentissage



Min Gu Ontario. Ministère de
507. l'éducation.
10713 Sciences : programme-
059sc cadre, cycles
nt 3 intermédiaire ++

French

88-046

© Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 1987

ISBN 0-7729-3875-X